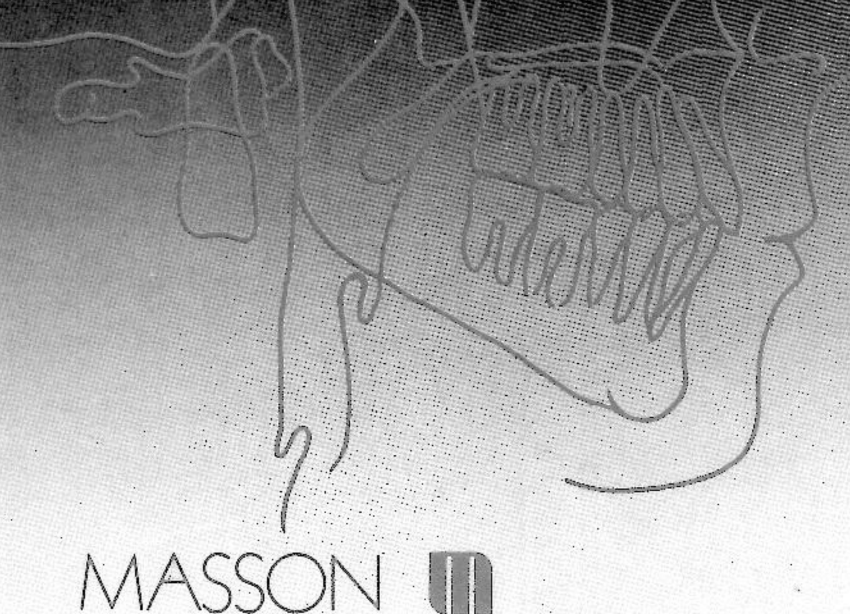
CROISSANCE CRANIO-FACIALE ET ORTHODONTIE

M.-J. DESHAYES

Préface de J. DELAIRE



MASSON

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

MANUEL D'OCCLUSION PRATIQUE, par M. ASH et S. RAMFJORD. Préface de L. NAHMANI. Traduit de l'anglais par M.-J. MATHÉRON. 1984, 248 pages, 193 figures.

MANUEL D'ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE, par F. BASSIGNY avec la collaboration de P. CANAL. 1983, 224 pages, 141 figures.

MANUEL DE PROTHÈSE PARTIELLE AMOVIBLE, par J.-C. BOREL, J. SCHITTLY et J. EXBRAYAT. 1983, 176 pages, 223 figures.

LES SOINS BUCCO-DENTAIRES DU MALADE CANCÉREUX, par B. BOROWSKI. 1986, 168 pages, 185 figures.

MANUEL D'ENDODONTIE, par E. LAURENT, F. ROTH, J. LOMBARD, J.-F. ROZET et G. SAUVEUR. 1986, 160 pages, 210 figures.

ABRÉGÉ DE PÉDODONTIE, par J.-P. FORTIER et C. DEMARS. Préface de R. WEILL. Collection des *Abrégés d'Odontologie et de Stomatologie.* 1983, 288 pages, 186 figures, 29 tableaux.

THÉRAPEUTIQUE STOMATOLOGIQUE ET MAXILLO-FACIALE, par M. GRELLET et P. LAUDENBACH. Collection des *Abrégés d'Odontologie et de Stomatologie.* 1985, 192 pages, 98 figures, 13 tableaux.

CONGRÈS FRANÇAIS DE STOMATOLOGIE ET DE CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE. Sous la présidence de J. DELAIRE. 1983, 504 pages, 503 figures, 35 tableaux.

CROISSANCE CRANIO-FACIALE ET ORTHODONTIE

Apports de la biodynamique crânienne

Marie-Josèphe DESHAYES

Préface de Jean DELAIRE

MASSON

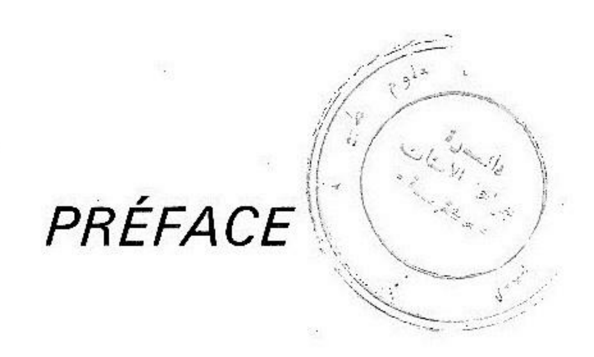
Paris New York Barcelone Milan Mexico Sao Paulo

1986

ISBN : 2-225-80694-2

MASSON SA 120, bd Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06
MASSON PUBLISHING USA INC. 1 Ames Court, Plainview, N.Y. 11803.
MASSON S.A. Balmes 151, 08008 Barcelona.
MASSON ITALIA EDITORI S.P.A Via Giovanni Pascoli 55, 20 133 Milano
MASSON EDITORE Dakota 383, Colonia Napoles, 03810 Mexico D.F.
EDITORA MASSON DO BRASIL LTDA Rua Borges Lagoa 1044 CEP/04038, Sao Paulo, S.P.

PRÉFACE



C'est au terme d'une carrière d'enseignant que l'on se rend le mieux compte du long cheminement des idées et du temps nécessaire à la prise en considération des concepts les plus originaux.

Un exemple très démonstratif est celui de la mobilité des pièces squelettiques du crâne et de la face, les unes par rapport aux autres, et du rôle de cette mobilité dans la morphogenèse normale et pathologique du squelette cranio-facial.

J'ai eu la chance d'être externe dans le service de L. Lebourg, à l'hôpital Trousseau (Paris), pendant une année entière (à partir d'octobre 1951) et parmi tout ce qu'il m'a appris, la révélation de ses conceptions sur la morphogenèse céphalique fut pour moi un véritable choc...

En se basant sur ses travaux, L. Lebourg utilisait en effet divers appareillages visant à influencer la morphogenèse du maxillaire et de la mandibule : écarteurs et dilatateurs maxillaires, rétracteurs maxillaires, propulseurs mandibulaires, ceci en opposition totale avec l'enseignement que j'avais reçu depuis un an, à l'Institut de Stomatologie, *où l'on m'avait affirmé, au contraire, que la croissance faciale, prédéterminée dès la naissance par le facial pattern, ne pouvait en aucun cas et d'aucune façon être influencée par des facteurs mécaniques, notamment par des appareillages orthodontiques. Selon J. Cauhepe, il existait d'autre part une indépendance absolue des dents et des maxillaires alors que, selon L. Lebourg, le ligament alvéolo-dentaire était, aussi, une sorte de périoste de conjugaison, assimilable aux sutures membraneuses, et participant, par suite, à la morphogenèse globale des pièces squelettiques maxillaires et mandibulaires.*

Je fus rapidement convaincu de la justesse des concepts de L. Lebourg et de la fausseté du concept du facial pattern, d'inspiration américaine, qui dominait et paralysait alors le monde orthodontique.

Cette conviction s'affirma :

— devant les résultats obtenus par les traitements orthopédiques dento-faciaux de L. Lebourg, de P. Landais (à Nantes), puis par mes propres traitements (effectués avec les mêmes appareillages),

— compte tenu de mes propres observations de mobilité, cliniquement perceptibles des maxillaires chez les enfants atteints de dystrophie périostique (notamment de dysostose cléido-crânienne) et de fente labio-maxillo-palatine totale.

J'essayai donc de faire partager cette conviction à mes collègues et amis, stomatologistes et dentistes qui, à cette époque, ignoraient totalement les travaux de Lebourg, ceci en raison d'une véritable, quoique incompréhensible, conspiration du silence.

Tous les travaux sur la morphogenèse de la voûte du crâne, de l'orbite, de l'arcade zygomato-malaire, du maxillaire, du prémaxillaire, etc... ont été effectués dans ce but : faire connaître les travaux de L. Lebourg qui, d'emblée, avait compris la nature et le rôle fondamental des sutures membraneuses dans la morphogenèse cranio-faciale normale et pathologique et la possibilité d'utiliser leur physiologie dans le traitement des dysmorphoses dento-faciales.

Mes premiers travaux furent accueillis avec un intérêt poli, mais n'auraient certainement eu aucune conséquence pratique réelle s'ils n'avaient bénéficié des circonstances favorables suivantes :

• *La publication d'autres travaux montrant aussi :*

— *la véritable nature et le rôle réel des sutures membraneuses. Ce furent notamment les travaux de Pritchard et Scott (1956) ;*

— *l'importance des facteurs fonctionnels dans la morphogenèse cranio-faciale et la fausseté du concept du facial pattern. Rappelons notamment les théories de M. Moss sur la matrice fonctionnelle et celles de Petrovic sur la morphogenèse cybernétique de la face.*

• *La mise au point, en 1969, à la clinique de Stomatologie de Nantes, du masque orthopédique facial et la démonstration de l'efficacité des tractions orthopédiques postéro-antérieures lourdes sur la croissance du maxillaire.*

• *La mise au point à partir de 1974 de l'analyse architecturale cranio-faciale qui permit :*

— *de montrer que la morphogenèse dento-maxillaire est tributaire de celle de l'ensemble du squelette crânien et même du rachis cervical ;*

— *de préciser et quantifier les particularités faciales et crâniennes des diverses dysmorphoses dento-faciales et des syndromes malformatifs cranio-faciaux ;*

— *de démontrer que l'amélioration de l'état des structures crâniennes retentit favorablement sur celui de la face et* vice versa *;*

— *de montrer que l'état du squelette dento-facial et crânien (dans son ensemble et au niveau de chacun de ses éléments particuliers) dépend à la fois de la « donne » génétique et des influences fonctionnelles de l'environnement, ceci notamment par le jeu des divers muscles faciaux (superficiel et profond) et cervicaux (dont l'action est transmise à l'intérieur du crâne sur sa voûte et sa base par les aponévroses méningées).*

Nous avons pu ainsi objectiver formellement l'importance de l'état des muscles faciaux superficiels, des muscles du voile, des sterno-cléido-mastoïdiens, de la posture cervicale et des anomalies du rachis cervical, sur la morphogenèse dento-faciale et en déduire des traitements étiopathogéniques efficaces.

Tout naturellement et sans que nous nous en rendions compte, nos travaux nous rapprochaient progressivement des ostéopathes dont nous ignorions complètement les travaux jusqu'en 1977 date où nous avons fait la connaissance de Marie-Josèphe Deshayes, venue recevoir notre enseignement au C.E.S. de Stomatologie à Nantes.

D'emblée, nous avons été séduit par son dynamisme et sa volonté bien précise de se spécialiser en orthopédie dento-faciale, laquelle m'affirmait-elle d'emblée n'était qu'une des composantes de l'ostéopathie crânienne. Elle était, en effet, déjà bien avertie des concepts généraux de cette discipline. Grâce à elle, j'en ai ainsi appris quelques rudiments. Elle m'a montré surtout l'importance, dans le jeu des différentes pièces crâniennes et faciales, de la direction des biseaux suturaux, de leur inversion et ce qu'on peut en déduire quant à la biodynamique cranio-faciale. D'emblée, elle a refusé la notion restrictive d'orthopédie dento-faciale au profit d'une orthopédie globale cranio-facio-cervicale, seule capable de faire comprendre tous les aspects des dysmorphoses dento-faciales et d'en déduire les meilleurs traitements.

Ce livre que j'ai l'honneur de préfacer est le premier travail d'envergure sur cette orthopédie globale de la tête et du cou, et une étape très importante dans la reconnaissance et la promotion des idées de mon maître L. Lebourg et de tous les orthopédistes européens qui, en même temps que lui, ont toujours refusé le concept néfaste (et heureusement dépassé) du facial pattern.

La qualité de ce livre, la clarté des concepts, les exemples cliniques très démonstratifs qu'il comporte, lui assurent un grand retentissement.

J'ai plaisir à penser que les conceptions d'un de mes maîtres, génial précurseur injustement méconnu, bénéficient ainsi des travaux d'une de mes élèves.

Professeur Jean DELAIRE

AVANT-PROPOS

Que le hasard fasse bien les choses, c'est sans doute exact quand j'observe les circonstances qui m'ont fait devenir l'élève du Pr Jean Delaire ; celles qui m'ont conduite à exercer la Stomatologie infantile, en puisant dans ma culture médicale pour pratiquer l'orthopédie dento-maxillo-faciale ; enfin celles qui m'ont rapprochée des courants de pensée ostéopathiques.

L'observation des malocclusions dentaires, des dysmorphoses maxillo-mandibulaires et du cortège d'affections médicales présentées par mes jeunes patients orthodontiques, m'ont progressivement amenée à envisager toutes ces pathologies ensemble et non séparément.

La dissociation disciplinaire de l'orthodontie des autres spécialités « crâniennes » (telles les fonctions nobles, ORL, ophtalmologiques, endocriniennes entre autres) est probablement le fruit de concepts fixistes selon lesquels le squelette cranio-facial est une structure rigide à laquelle on ne reconnaît qu'un rôle « d'enveloppe » protectrice.

Mais aujourd'hui il est temps d'abandonner la compartimentation scientifique pour mieux comprendre les phénomènes qui participent à la *croissance cranio-faciale* et pour y rattacher notre domaine orthodontique.

Mes premiers pas en orthopédie dento-maxillo-faciale ont véritablement été guidés par l'enseignement du Pr Jean Delaire. J'espère transmettre l'enthousiasme qu'il m'a communiqué et ne pas faillir à la mission qu'il m'a confiée d'assurer la mise à jour des concepts de L. Lebourg, stomatologiste, en retranscrivant parallèlement ceux de W. Sutherland, anatomiste de la même époque.

Ces auteurs, géographiquement éloignés, ont développé, à des fins différentes, le même concept de mobilité crânienne à partir d'une physiologie spécialisée des sutures crâniennes et faciales.

Ainsi L. Lebourg évoque en 1932, dans une publication intitulée « Nature, évolution et rôle des articulations de la face », à partir de l'observation d'une fillette atteinte de dysarthrose cranio-faciale, la possibilité d'une mobilité cranio-faciale normale dans la première enfance. Ses premières études histologiques suturales l'amènent à parler « d'articulations » cranio-faciales, et souligner *« l'importance physiologique de ces sutures périostiques qui jouent un rôle primordial dans le modelage de toute la tête... Cette notion permettra sans doute de faire entrer dans le cadre des maladies périostiques un certain nombre de dysmorphies maxillo-facio-crâniennes »*.

A la suite de précisions nouvelles sur l'évolution de la suture palatine données par V.J. Kourliandsky (Moscou, 1944), lesquelles confirment ses constatations, Lebourg s'étonne dans un article publié en 1948 : *« Ces notions nouvelles devraient retenir l'attention de tous ceux qui s'intéressent au développement céphalique, les orthodontistes en particulier. Il ne semble pas puisque les plus récents ouvrages français n'en font pas mention »*.

L. Lebourg n'a pourtant jamais pris connaissance des publications faites à son époque, en 1930, par W.G. Sutherland. En effet, dès 1899, cet étudiant de l'American School of Osteopathy (Kirksville, Missouri) constate, en examinant un squelette crânien éclaté, que l'anatomie suturale des pièces osseuses est le témoin d'une mobilité articulaire interosseuse. Ce concept de mobilité crânienne fut au début mal reçu par les membres de sa profession. Pourtant W.G. Sutherland poursuivit une étude descriptive de toutes les surfaces articulaires des sutures crâniennes, dans son livre « The cranial bowl » (1939) où il formule les bases fondamentales du courant de pensée d'ostéopathie crânienne :

« In considering cranial articular mobility, convenience is served by making three divisions of the subject :

First : The mobility of the basilar Area ; including the sphenoid, the two temporals, and the basilar area of the occipital.

Second : The sutural accomodative function of the vault ; including the frontal, the two parietals, and the sutural area of the occipital.

Third : The mobility of the facial bones ; including the maxillae, palate, malar, lacrymal, vomer and ethmoid.

The sphenoid bone articulates with eleven others, and is important primarily to mobility of the basilar area, as well as to the vault and facial divisions ».

Il faut attendre 1956 pour retrouver dans la littérature une étude histologique des sutures crâniennes. J.J. Pritchard et coll. en étudiant du matériel sutural humain, concluent :

« The histology of the suture suggests that it has two main functions, viz. that it is a site of active bone growth, and that it is at the same time a firm bond of union between the neighbouring bones, which *nevertheless allows a little movement* ».

La rigueur éditoriale a imposé de limiter la réimpression de longs fragments de texte de ces auteurs. Mais la place historique qu'ils tiennent mérite leur citation.

Aujourd'hui nombre de publications amènent à réfléchir sur l'avenir de l'orthopédie dento-faciale. Ainsi ce serait se soustraire à une grande satisfaction que de méconnaître les rythmes biomécaniques de la croissance et les concepts de la biodynamique cranio-faciale. Leur description est simple en apparence. Louis Carrée m'a aidée à en franchir les premières étapes, mais l'apprentissage de l'Ostéopathie crânienne est une recherche difficile.

La première démarche consiste à mettre en évidence les « mouvements » qui animent le squelette crânien pendant sa période de croissance.

Le titre de cet ouvrage est ambitieux puisque tous les phénomènes de croissance ne sont pas abordés. Apporter la notion de « direction » de croissance, et rappeler les conditions mécaniques d'*équilibre* du puzzle cranio-facial en sont les principaux objectifs, en osant faire reculer les frontières du destin génétique gérant notre quota de croissance.

L'illustration des schémas a été réalisée par H. Boitard.

TABLE DES MATIÈRES

Mouvement des pièces osseuses crâniennes et faciales dans la croissance

Application de la biodynamique crânienne à l'orthodontie

Principes thérapeutiques

CONTENTS

INTRODUCTION

Parmi les principales raisons d'exister pour l'orthodontie, les motivations esthétiques, sociales, thérapeutiques, regroupent jusqu'à nos jours la majorité des consultants.

Ces objectifs sont nobles, mais leurs limites mal définies. Et si l'on peut parler d'insuffisances ou d'excès thérapeutiques, c'est en se référant à des normes statistiques ; mais ces normes tranchent difficilement les frontières entre le « normal » et le « pathologique » et font abstraction de la connaissance élémentaire des lois de l'équilibre.

On conçoit dès lors la nécessité d'ouvrir une nouvelle approche diagnostique des malocclusions dentaires et des dysmorphoses maxillo-mandibulaires. Loin de vouloir contredire la littérature orthodontique, on doit changer le cadre des « références » afin de se dégager du tiroir alvéolo-dentaire pour accéder au niveau architectural de l'ensemble du squelette cranio-facial[1].

Si de nombreuses malocclusions dentaires proviennent d'une dysharmonie dento-maxillaire, un grand nombre également relèvent d'un déséquilibre architectural maxillo-mandibulaire, facial, ou crânien : l'équilibre occlusal ne peut être que le témoin de l'équilibre architectural de ses bases osseuses.

Mettre en évidence les conditions mécaniques d'équilibre du squelette facial, c'est aborder les lois fondamentales de la croissance cranio-faciale, en passant par les phénomènes d'hominisation céphalique :

- On doit considérer tous les facteurs constitutionnels de la croissance mais également leur *expressivité* en fonction des conditions biodynamiques ambiantes ; ainsi en faisant la synthèse des modifications architecturales du squelette cranio-facial pendant toute sa période de croissance, débouche-t-on inévitablement sur un aperçu dynamogénique de la croissance, et redécouvre-t-on les principes essentiels de la « mobilité crânienne ».

Si, pour d'autres objectifs, certaines observations cliniques ostéopathiques adoptent depuis longtemps le concept de mobilité des différentes pièces squelettiques du crâne et de la face, cette particularité anatomo-physiologique de « souplesse » des sutures osseuses a cependant été oubliée dans notre enseignement.

Sans donner l'exclusivité de la responsabilité des phénomènes de croissance à la *biodynamique cranio-faciale*, force est de constater qu'elle a le mérite d'analyser, le *mouvement* des pièces osseuses dans la croissance et d'en dégager les grandes lignes d'évolution.

- Sans oser refaire un essai d'interprétation des principaux mécanismes de l'hominisation, l'orthodontiste tout comme le paléontologiste *« ne peut jamais examiner un trait anatomique, une forme, autrement que dans la perspective de sa métamorphose. Ce n'est que dans cette perception dynamique qu'il pourra saisir dans quel mouvement évolutif s'inscrit le trait ou la forme en question »* (Coppens, 1983).

Ainsi doit-on replacer le concept de mobilité crânienne dans le cadre d'un « long phénomène évolutif de flexion de la base du crâne », et ouvrir l'orthopédie dento-faciale à l'anthropologie : *« L'intérêt porté par le clinicien à la morphogenèse céphalique ne provient pas seulement de l'émerveillement qu'il éprouve en découvrant la galerie de ses ancêtres et les étapes parcourues*

1. Les termes anatomiques utilisés dans cet ouvrage sont ceux de la nomenclature internationale.

pour prendre l'aspect d'un homme. Il résulte aussi de sa conviction que la connaissance des lois biologiques et mécanismes responsables de ces transformations lui seraient bien précieuses pour mieux comprendre l'architecture cranio-faciale humaine normale et pathologique et, par suite, la pathogénie de certaines des malformations et dysmorphoses faciales qu'il observe et doit traiter » (Jean Delaire, 1980).

Apports de la biodynamique cranio-faciale à l'orthodontie :

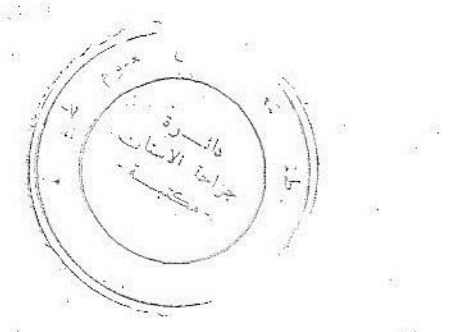
— Elle espère montrer les conditions physiologiques dans lesquelles évolue le patient afin d'envisager de nouvelles thérapeutiques basales en orthopédie dento-maxillo-faciale.

Loin de refuser le secours de la chirurgie pour résoudre des disparités trop importantes anatomiques, fonctionnelles ou esthétiques, la biodynamique cranio-faciale permet le projet ambitieux de modifier la forme originale des « bases osseuses » maxillaire et mandibulaire, grâce à l'utilisation de la mobilité du « joint sutural » qui unit chaque pièce squelettique, et par l'intermédiaire des fascias et systèmes aponévrotiques dure-mériens.

— Elle explique l'approche architecturale de l'analyse céphalométrique de Jean Delaire.

Ce type d'analyse fournit à l'orthodontiste, mieux que des prévisions de croissance informatisées, une meilleure compréhension des grands mouvements adoptés par les bases osseuses et de l'équilibre mutuel des mobiles osseux de la face, de la voûte et de la base du crâne.

— Elle présente enfin l'orthodontie comme une spécialité pédiatrique dont les débouchés cliniques dépassent la disposition dentaire.



1

MOUVEMENT DES PIÈCES OSSEUSES CRANIENNES ET FACIALES DANS LA CROISSANCE

Chapitre 1

Physiologie suturale

Histophysiologie des sutures crâniennes

Par tradition, l'anatomie occidentale a enseigné que les sutures de la voûte et de la face sont des joints fibreux immobiles.

La polémique sur le rôle fonctionnel des sutures est cependant très ancienne. Les oppositions à cette hypothèse relèvent de deux ordres de constatations :

• *Constat clinique et essentiellement histologique*. Lebourg en 1929 soulève l'hypothèse du concept de mobilité cranio-faciale d'après une observation clinique de dysarthrose cranio-faciale. D'emblée le support histologique à cette hypothèse montre la possibilité d'un rattrapage de croissance au niveau sutural. Il dit exister au niveau des sutures une disposition concentrique de trousseaux fibreux autour des extrémités des plages osseuses. Ce tissu présente une activité ostéogénique remarquable. Ce tissu hautement différencié est un véritable périoste de conjugaison, homologue du cartilage de conjugaison des os longs. Ainsi « la bande fibreuse suturale ne doit pas être prise pour une simple attache ligamentaire. Elle n'est pas envahie passivement par l'ossification, comme le disent les classiques, mais elle préside activement à l'accroissement des os en surface ». Lebourg publie ensuite l'ouvrage de Kourliandsky (Moscou, 1944) se rapportant au traitement des fractures des maxillaires par armes à feu. Il y retient surtout le fait que l'engrènement sutural au stade de synarthrose se prolonge « loin dans la vie », et que « l'ossification ou synostose de la suture médiane palatine ne commence guère qu'après l'âge de 40 ans »...

En 1956, Pritchard, Scott et Girgis étudient histologiquement du matériel sutural humain et animal. Ils confirment les hypothèses de croissance suturale de Lebourg et apportent en outre l'idée sous-jacente d'une possibilité de mouvement entre les berges osseuses.

Au niveau de la suture, en allant d'une berge osseuse à l'autre, on retrouve 5 couches cellulaires distinctes : la 1re couche cambiale, la 1re capsule fibreuse, la zone centrale, la 2e capsule fibreuse et la 2e couche cambiale. Cette histologie suggère que la suture est un site actif de croissance, mais en même temps un moyen d'union ferme entre les extrémités osseuses qui néanmoins autorise de petits mouvements (fig. 1).

• Constat essentiellement *clinique* pour les ostéopathes : en 1930, Sutherland observe la forme des

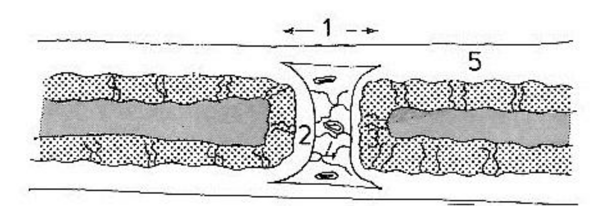


Fig. 1. – Suture crânienne (D'après Retzlaff et Pritchard).
1. Suture.
2. Couche fibreuse = tissu conjonctif = ligament sutural = capsule fibreuse.
3. Tractus fibreux de la couche ostéogénique avec nombreuses cellules : couche la plus active = couche cambiale.
4. Tissu conjonctif lâche + vaisseaux sanguins et fibres nerveuses dans la zone centrale.
5. Périoste.

berges suturales et les possibilités de mouvement entre les pièces osseuses, délivrées grâce aux pivots ou inversions des biseaux suturaux. Le « modèle fonctionnel crânien » est animé pendant toute la vie grâce au mouvement des os du crâne entre eux. Ses travaux sont repris en 1950 par Magoun dans son livre « Osteopathy in the cranial field » grâce à une étude biomécanique palpatoire. Selon Sutherland, l'os sphénoïde est l'élément inducteur de toute la biomécanique cranio-faciale. De récents ouvrages approfondissent cette biomécanique (Altieri, 1984).

• Le concept de mobilité crânienne doit être considéré comme le facteur essentiel de l'équilibre architectural du squelette cranio-facial, sans pour autant récuser l'ampleur de tous les autres phénomènes de croissance.

Les travaux histologiques de Retzlaff, Popevec et Biggert en 1974 définissent le *complexe sutural* de la manière suivante :

les berges osseuses de chaque pièce squelettique sont bordées d'une couche cellulaire fibreuse appelée ligament sutural, la couche superficielle en continuité avec le périoste enveloppant la pièce squelettique ; cette couche rentre dans l'espace sutural pour border à nouveau la face endocrânienne de la couche interne ostéogénique. Dans la zone centrale de l'espace sutural, il existe un tissu conjonctif lâche où l'on retrouve des vaisseaux sanguins sinusoïdaux et des fibres nerveuses. L'analogie avec une articulation synoviale est présente pour toutes les variétés de sutures crâ-

niennes (fig. 1). Cette analyse appuie les concepts de H. Magoun en 1975, à savoir que « les sutures du squelette cranio-facial humain ne fusionnent jamais sauf en cas d'anomalie histologique ».

Au total :

• La suture est un « joint rupteur et amortisseur » des forces de brisure reçues par les os qui s'ossifient de part et d'autre d'elle, grâce à cette possibilité de petite quantité de mouvement. Mais c'est parce qu'il existe des zones de turbulence, des forces de brisure toujours au même endroit, que les sutures persistent : c'est parce que la suture est un point de rupture qu'elle existe, sans cela il y aurait soudure des points d'ossification entre eux (J. Delaire).

• Chez l'embryon, le tissu mésenchymateux situé entre les pièces squelettiques s'organise : alors qu'on retrouve au niveau du périoste de la pièce une couche cellulaire superficielle fibreuse sans pouvoir de prolifération et une couche interne ostéogénique, il y a disparition, dans la suture, de la couche ostéogénique. Mais entre les berges suturales, des possibilités d'adaptation à la distension se feront grâce au rattrapage marginal

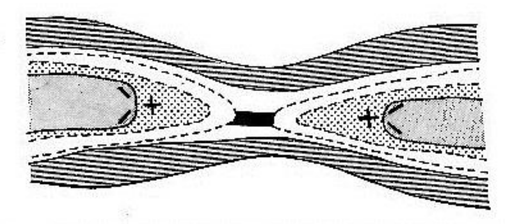


Fig. 2. — Adaptation suturale à la distension (D'après J. Delaire).

des extrémités de la couche ostéogénique (fig. 2). L'expansion géographique de chaque pièce squelettique se fera donc, si ses frontières suturales le permettent.

• La localisation et l'aspect des sutures résultent de la direction et de l'intensité des forces de rupture. Les sutures qui ont de grandes digitations seraient le siège d'une grande mobilité et de mouvements de grande amplitude (en particulier sur la suture sagittale). Mais également, « la nature physique de la suture détermine le type de mouvement auquel elle participe et qu'elle permet » (Upledger).

Le concept de mobilité crânienne

Si la même structure histologique est retrouvée dans une suture simple (bord à bord de la suture lacrymo-ethmoïdale) ou dans une suture à squame, ou digitée, ou digito-squameuse, l'observation des berges suturales montre également la présence de *biseaux* dont la forme et l'orientation peuvent varier à la périphérie d'une même pièce squelettique. Cette *inversion de biseau* est le témoin du mouvement de la pièce squelettique et de son adaptation positionnelle. Par exemple : le segment supérieur ou pariétal du bord circon-

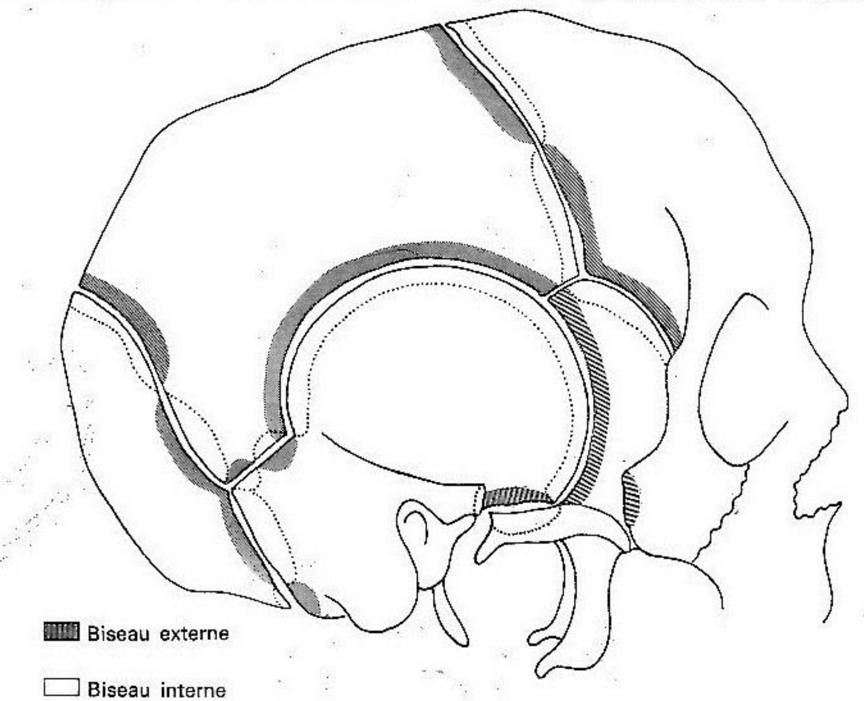


Fig. 3. — Biseaux des os du crâne (D'après A. Gehin et D. Linglin).

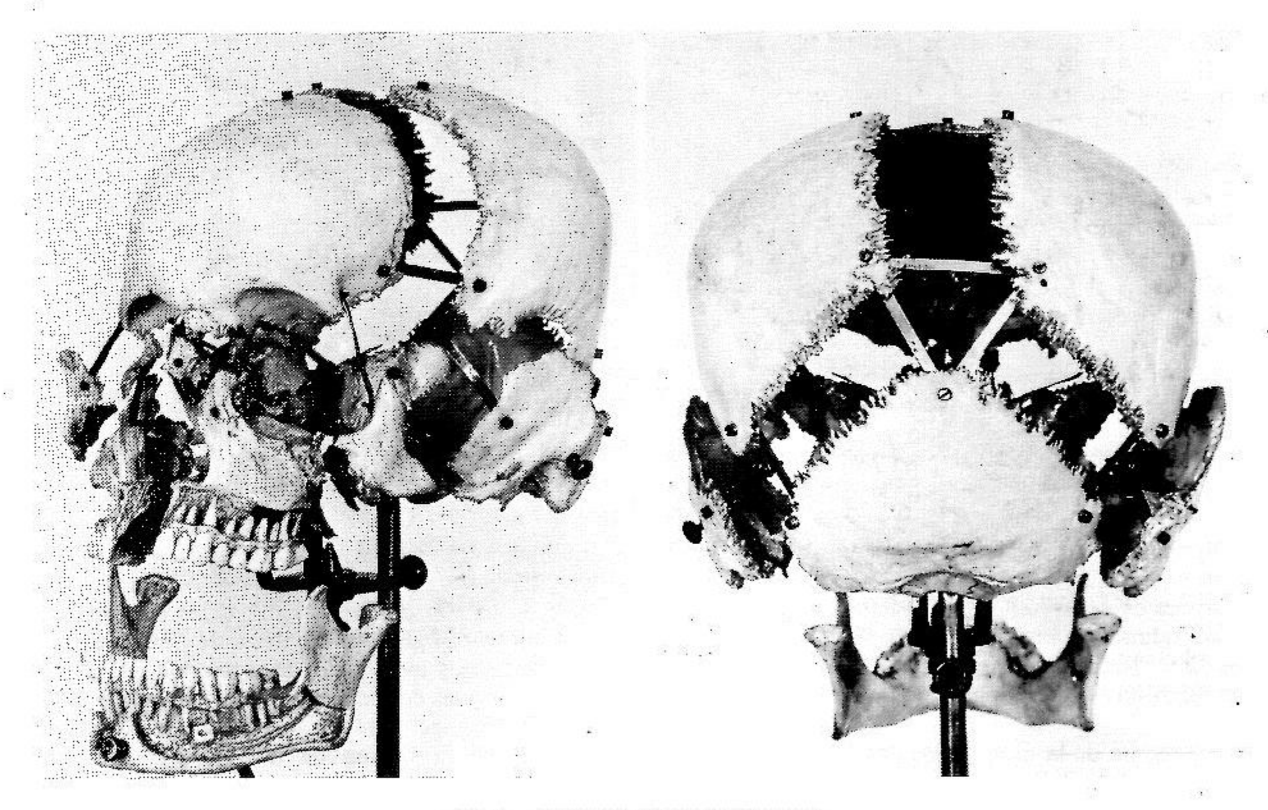
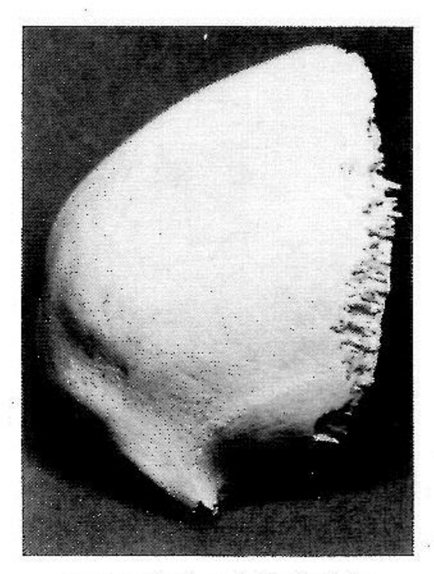


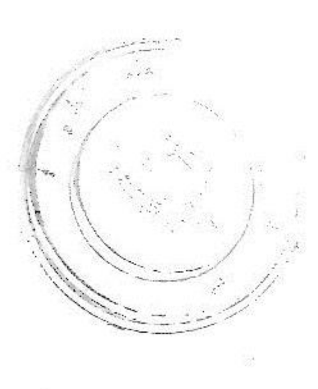
Fig. 4. – Le puzzle cranio-facial (éclaté).

férentiel de l'os frontal est de forme semi-circulaire. Il s'articule avec le bord antérieur des pariétaux : il est taillé en biseau en haut aux dépens de la face endocrânienne, en bas aux dépens de la face exocrânienne (fig. 3). Il existe une *anatomie suturale* qui renseigne sur le mouvement et la direction du mouvement qu'adopte la pièce osseuse considérée (fig. 4 à 10).

Cette physiologie suturale est à la fois responsable et témoin de la mobilité crânienne.

On note que dans l'ensemble sutural crânien, la topographie des pivots ou inversions de courbure des biseaux (exocrânien puis endocrânien) concorde pour définir des « axes » de rotation ou de déplacement adoptés par les pièces squelettiques en mouvement.





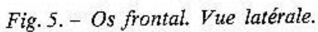


Fig. 5. – Os frontal. Vue latérale.

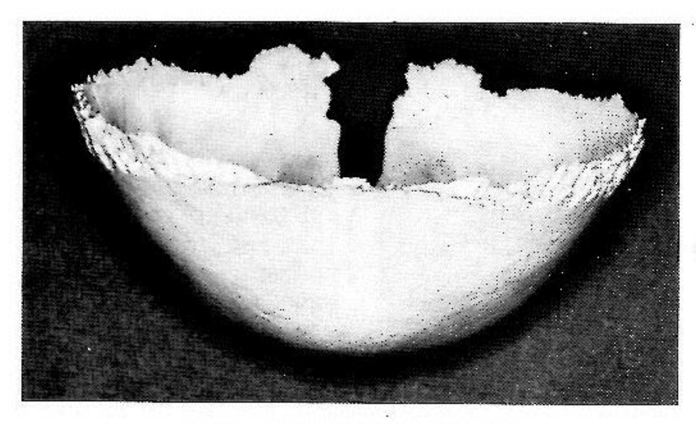


Fig. 6. – Os frontal. Vue supérieure.

Sutherland et ses successeurs ont postulé un mouvement spécifique à partir d'axes spécifiques pour chacun des os de la voûte et de la base. Le mouvement d'un os induirait le mouvement des autres os sous une force directrice primaire (en l'occurence les variations de pression du liquide céphalo-rachidien). Il faut noter que :

- L'intégrité de la mobilité de chaque os est fondamentale, *mobilité intrinsèque* d'une pièce osseuse observable par un *« test de mobilité »* (ou méthode primaire palpatoire de détection d'une « barrière restrictive anormale ») ; sans la mobilité suturale interosseuse, il n'y aurait pas d'harmonisation dans l'assemblage du puzzle crânien, ni d'équilibre architectural, ni d'adaptation aux phénomènes de croissance, ni de remodelage osseux pour la morphogenèse.
- L'élément important est l'intégration de cette mobilité individuelle dans le mouvement d'ensemble du puzzle crânien, pour aboutir à l'état d'**équilibre** : équilibre architectural ou équilibre « tensionnel » entre les différentes pièces squelettiques (reliées par un système de membranes se renvoyant les tensions), qui a pour moteur le grand mécanisme de *flexion* de la base du crâne, sous le contrôle de facteurs constitutionnels ou thématiques de l'espèce. Ce mécanisme est inéluctablement engagé vers la mésialisation du foramen magnum et la flexion de la synchondrose sphéno-occipitale, la « rotation externe » des temporaux, la « rotation externe » des maxillaires, etc. (v. aussi p. 23).

L'équilibre architectural évolue toujours dans le sens d'une « flexion » de la base, à des degrés plus ou moins avancés.

Un certain déterminisme de flexion de la base du crâne semble évoluer avec la statique érigée et la marche bipède dans le genre homo. Il conditionne l'équilibre tensionnel duremérien auquel sont soumises les pièces squelettiques.

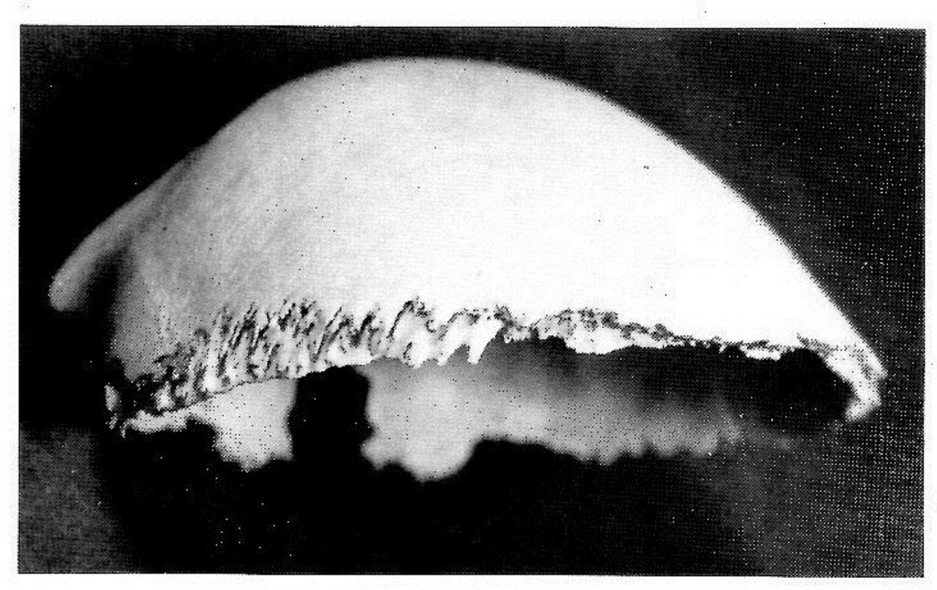


Fig. 7. – Os frontal. Inversion de la courbure du biseau.



Fig. 8. – Biseau en squame de l'écaille du temporal.

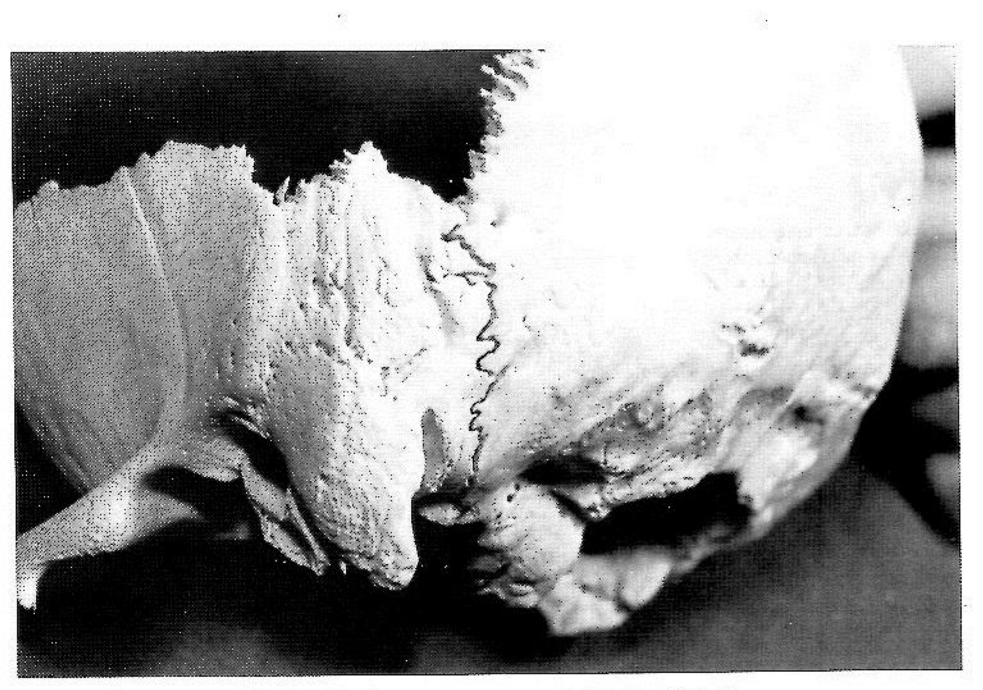


Fig. 9. – Engrènement temporo-occipital. Vue latérale.

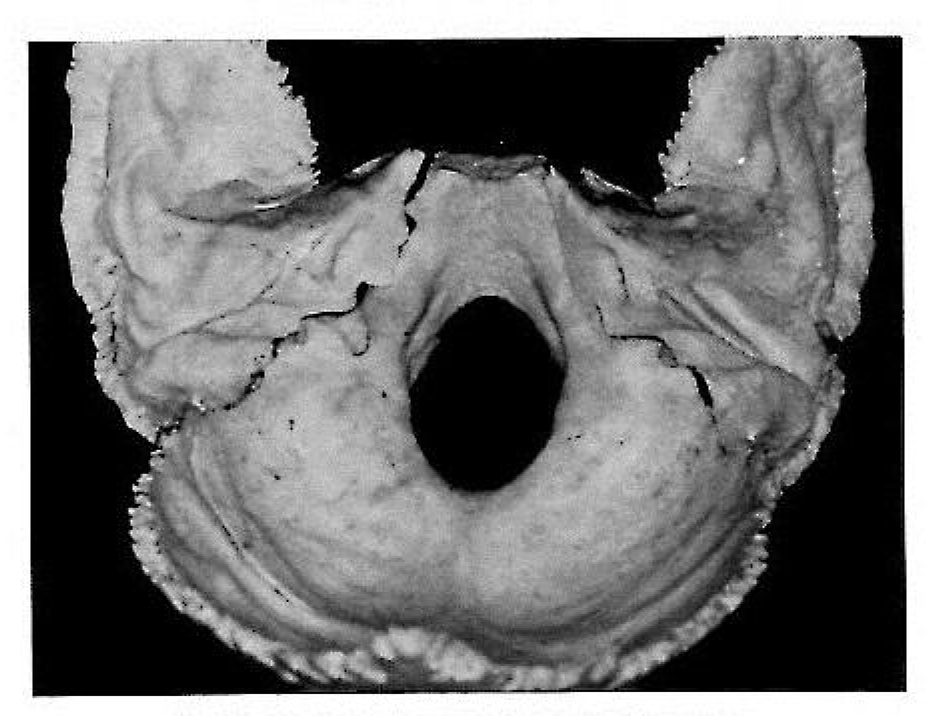


Fig. 10. – Engrènement temporo-occipital. Vue endocrânienne.

Mais les possibilités adaptatives qu'ont celles-ci à s'organiser en fonction de cet équilibre tensionnel ne sont que le fruit du « jeu » sutural.

On aperçoit dès lors l'ambiguïté de la situation génétique : à des données constitutionnelles (facteurs thématiques d'une espèce) doivent répondre des données biodynamiques : si les déplacements dans l'espace des pièces squelettiques constitutives de la voûte et de la base impriment à la périphérie de ces dernières une anatomie suturale particulière, de la *qualité* de cette *physiologie suturale* dépend la *direction* de la croissance adoptée par la pièce osseuse.

Chapitre 2

Aponévroses et fascias endocrâniens Membranes de tension réciproque (MTR)

En station érigée, la tête humaine est normalement équilibrée sur la colonne cervicale. Delaire explique bien cet équilibre entre tractus aérodigestif et massif facial d'une part, et action des muscles postéro-latéraux du cou d'autre part. Mais cette action se prolonge à l'intérieur de la cavité crânienne par l'intermédiaire des aponévroses dure-mériennes, des ligaments intracrâniens et exocrâniens, c'est-à-dire des fascias ou du système crânien des membranes *dure-mériennes* (fig. 11). On retrouve le concept d'équilibre architectural du complexe cranio-facial évoqué par Enlow : tous ces os étant liés, il y a nécessairement un équilibre (normal ou pathologique) entre eux.

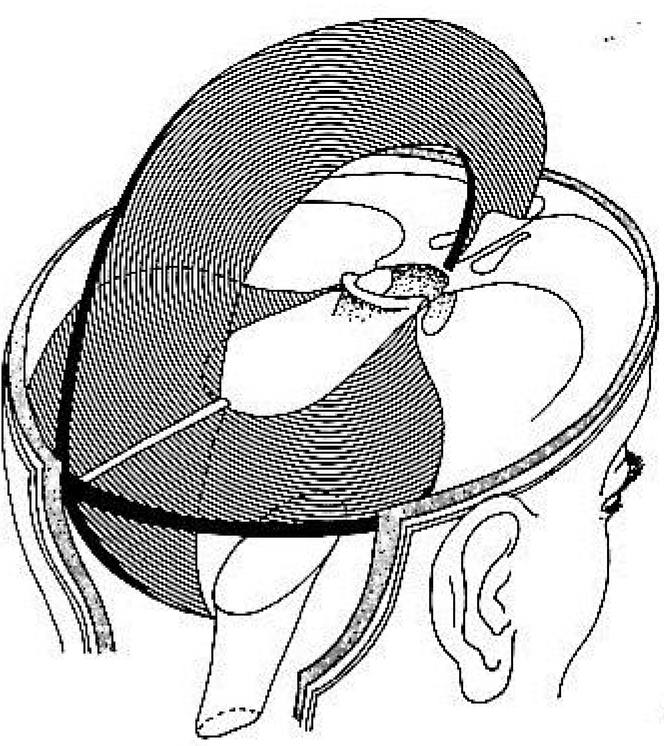


Fig. 12. – Membranes de tension réciproque ou aponévroses dure-mériennes (D'après A. Gehin et D. Linglin).

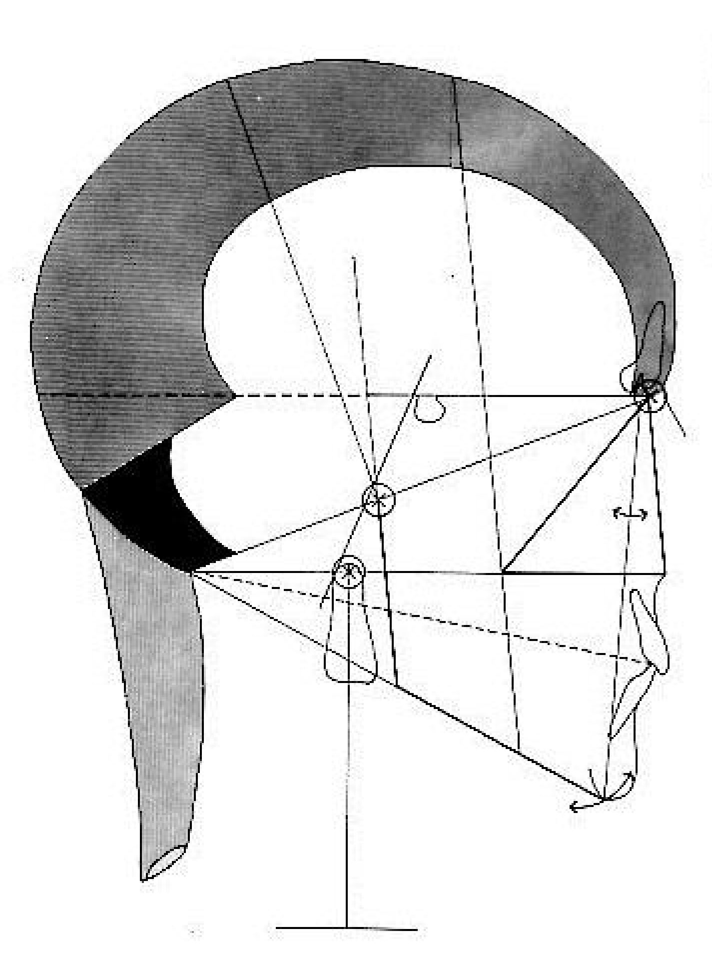


Fig. 11. – Équilibre cranio-facial (D'après J. Delaire).

Sutherland parle d'un « système membraneux de tension réciproque ». Et c'est sous la dépendance de ce système que se feront les adaptations positionnelles des pièces squelettiques (fig. 12).

Anatomie descriptive

La faux du cerveau, la faux du cervelet et la tente du cervelet constituent un système fibro-aponévrotique orthogonal.

• **La faux du cerveau** : sagittale, médiane, insérée par sa convexité sur la voûte depuis l'endinion jusqu'au trou borgne : la faux du cerveau se fixe perpendiculairement sur la tente du cervelet par le sinus droit, et se rattache à la ligne médiane de la voûte avec le sinus sagittal supérieur. Son bord libre au-dessus du corps calleux contient le sinus sagittal inférieur. En avant elle se termine sur l'apophyse crista galli (fig. 13 et 14).

• **La tente du cervelet** : cloison de séparation entre le cerveau et le cervelet, elle forme un toit à deux vérsants inclinés au-dessus de la loge cérébelleuse, et échancrée en avant pour permettre le passage du tronc cérébral. Elle présente :

a) La grande courbure qui s'étend de l'apophyse clinoïde postérieure à la protubérance occipitale interne (l'endinion), en passant par le bord supérieur du rocher et la gouttière latérale de l'occipital. Grossièrement en fer à cheval, elle va d'une apophyse clinoïde postérieure à l'autre.

b) La petite courbure ou bord antérieur libre, elle limite avec la lame quadrilatère du sphénoïde l'incisure de la tente. Après avoir abordé le sommet du rocher, elle croise la grande courbure en passant par-dessus, un peu en dehors de l'apophyse clinoïde postérieure, et se fixe en avant sur l'apophyse clinoïde antérieure.

• **La faux du cervelet** :

— lame verticale, se fixe sous la tente du cervelet ;
— se fixe par son bord postérieur sur la crête occipitale endocrânienne jusqu'à la partie postérieure du foramen magnum.

• **Le foramen magnum** est compris entre le bord libre de la tente du cervelet et la partie supérieure de la surface quadrilatère du sphénoïde (la faux du cervelet entoure le foramen d'un anneau fibreux très fort et très dense). *Sa forme et ses dimensions varient suivant le type crânien* : les travaux de Lazorthes et Espagno ont montré que le diamètre antéro-postérieur du foramen ovale augmente avec celui du crâne : « *de type ogival chez les dolichocéphales, de type roman chez les brachycéphales* ».





Fig. 13. — *Dure-mère* (D'après J. Delaire).

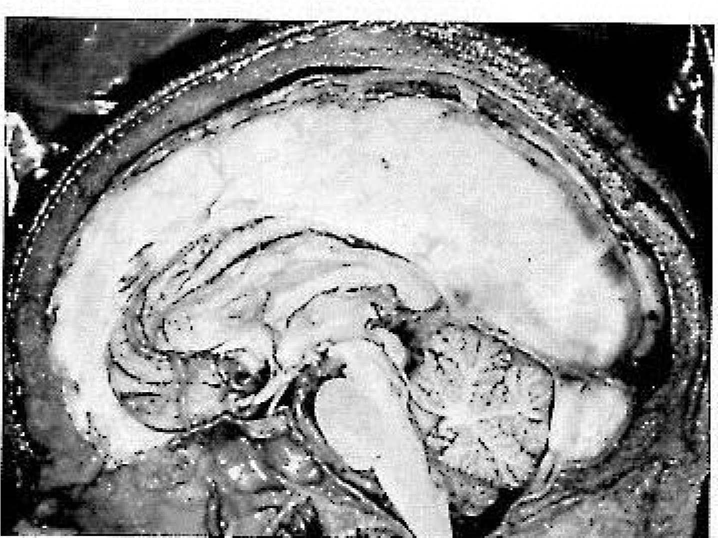


Fig. 14. — *Faux du cerveau* (D'après J. Delaire).

Anatomie fonctionnelle

Chaque pièce squelettique est à l'intérieur d'un sac périostique et « flotte » dans ce fourreau sauf à la périphérie, aux frontières suturales où s'invagine le ligament sutural. En effet, le périoste ou le feuillet externe de la dure-mère, accolés à la face endocrânienne de la voûte, s'invaginent dans l'espace sutural. Les deux feuillets dure-mériens, jusque-là accolés, se clivent alors pour former les sinus veineux. Ces points d'attache suturaux de tout le système dure-mérien aponévrotique vont établir une dépendance équilibrée entre chaque pièce squelettique alors sous tension réciproque. Ainsi :

— l'insertion de la tente du cervelet sur le rebord de la pyramide pétreuse va « équilibrer » les mouvements conjoints de l'occipital et du temporal ;

— les extrémités antéro-internes de la tente du cervelet s'insèrent sur les apophyses clinoïdes du sphénoïde, on visualise la relation directe entre temporal et sphénoïde ;

— il existe un levier à la jonction tente-faux du cervelet, et faux du cerveau, à l'endroit du sinus droit.

L'ultrastructure confirme l'existence de ces forces puisque *« l'orientation des fibres est parallèle à la direction maximale de tension que subit la membrane »* (Upledger).

Au total, les structures aponévrotiques dure-mériennes jouent un rôle fonctionnel en servant de tissu conformateur dans la morphogenèse du crâne et de ses principales sutures (Smith, 1978). Elles ont un rôle déterminant dans l'apparition des sutures (aux malformations dure-mériennes des anomalies du tube neural — holoprosencéphalie, diencéphalie... — correspondent des sites suturaux anormaux *et dans la morphogenèse des pièces osseuses* :

Considérons le temps T : durée nécessaire à la construction d'une architecture céphalique adulte. Au temps T1, une pièce squelettique de morphologie M1 se mobilise autour de son axe :

- Mobilité acquise grâce au jeu sutural et à la physiologie particulière des sutures crâniennes (que l'on peut tester par des gestes manipulatifs).

- Axe dont l'orientation est réglée par l'équilibre tensionnel dure-mérien.

— La plus grande amplitude de mouvement de cette pièce se fait dans la direction *perpendiculaire* à cet axe. Il s'ensuit une activité maximale de croissance travaillant dans cette direction pour aboutir à une morphologie M1.

— Entre T1 et T2 un nouvel état d'équilibre tensionnel dure-mérien aura déplacé l'axe du mouvement de la pièce osseuse (nous reverrons plus loin les facteurs de variation de cet équilibre au chapitre 3 p. 13).

— En fonction de cette nouvelle orientation de l'axe au temps T2, la pièce osseuse s'organise différemment : la direction de croissance maximale changeant, on observe une nouvelle morphologie M2 de la pièce osseuse. Le jeu sutural va travailler dans le même sens et construire une anatomie suturale particulière (suture en biseau, ou en simple digitation, ou en écaille, etc) : il y a adaptation suturale au mouvement intrinsèque à toutes les pièces squelettiques du puzzle crânien.

— On visualise facilement un mouvement (ou une translation) dans l'espace de la pièce squelettique entre T1 et T2. En réalité on visualise une *succession de changements de formes* entre T1-T2 et Tn. C'est donc pour une conceptualisation plus facile de la croissance que nous décrirons des mouvements et des adaptations positionnelles des pièces osseuses cranio-faciales aux chapitres 3 et 4.

Chapitre 3

Long phénomène évolutif de flexion de la base du crâne (synchondrose sphéno-occipitale)

Le « long phénomène évolutif de flexion de la base du crâne » désigne les modifications linéaires et angulaires de la base, liées aux variations d'équilibre des membranes de tension réciproque pendant la croissance. Ce phénomène est parallèle à celui que l'on peut observer durant l'hominisation.

Le concept de la « rotation occipitale » liant la statique à la morphogenèse céphalique (Delattre et Fénart, 1970) concerne la traction sur l'occipital de la colonne vertébrale qui serait cause de ces modifications et amènerait le foramen magnum à l'horizontale : *« attachée à la région occipitale, au pourtour du foramen magnum par de puissants liens ligamentaires et musculaires, la colonne vertébrale entraîne dans son mouvement cette région postérieure du crâne ».*

Secondairement, on assiste à la coudure de la base du crâne, invariablement entre basi et présphénoïde (seule zone « neutre » pliable pour Wirchow).

Ce déterminisme philogénétique et embryogénétique doit être revu en fonction de l'activité « dynamique » de la synchondrose sphéno-occipitale, plus que de ses capacités intrinsèques génétiques de croissance.

En effet la mobilité de cette articulation est une partie essentielle du modèle fonctionnel de Sutherland. C'est le trépied entre : en avant le basisphénoïde, en arrière le basi-occipital, latéralement le sommet des pyramides pétreuses des os temporaux (fig. 15).



Fig. 15. – Synchondrose sphéno-occipitale.

Il est donc nécessaire d'envisager les variations d'angulation entre les différents segments occipito-sphénoïdien et sphénoïdo-ethmoïdo-frontal, par le biais de la synchondrose sphéno-occipitale, avec les variations concomitantes de longueur de la base, de ses « champs » cranio-facial et cranio-rachidien (fig. 16).

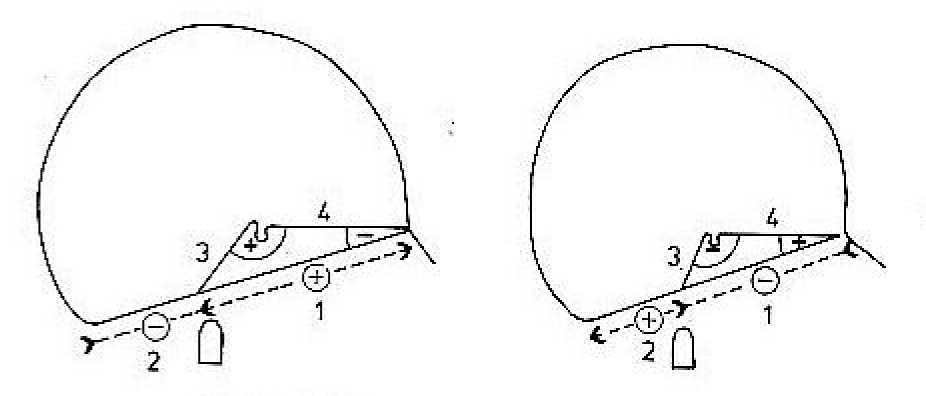


Fig. 16. – Modifications angulaires et linéaires de la base.
1. Champ cranio-facial de la base.
2. Champ cranio-rachidien de la base.
3. Angle sphénoïdal.
4. Angle antérieur de la base.

Rappel embryologique de la croissance cartilagineuse de la base du crâne

• Vers la fin du 2e mois, la plaque basilaire va commencer à se chondrifier ; dès le 3e mois, apparaissent les premiers points d'ossification ; d'abord le point sphénoïdal, puis le point basi-occipital. Ces deux points augmentent et se rapprochent, mais restent séparés par une bande de tissu ou synchondrose sphéno-occipitale. Près de la naissance, apparaît un autre noyau d'ossification en avant du sphénoïde, c'est le noyau présphénoïdal ; en arrière, c'est le basi-sphénoïdal avec, entre les deux, la synchondrose présphénoïdale. Très rapidement, la synchondrose présphénoïdale disparait.

• A 6 mois, apparaît le point de la lame criblée en avant dans le mésethmoïde. Très vite donc la synchondrose sphéno-ethmoïdale disparaît et cesse toute activité. Elle n'a plus d'activité de croissance, c'est une suture de brisure, donc la croissance antéro-postérieure ne se fera que par la synchondrose sphéno-occipitale.

La synchondrose sphéno-occipitale n'a pas l'aspect classique des cartilages diaphyso-épiphysaires du fait de sa bipolarité : les expériences de transplantation et de culture prouvent que les synchondroses ont besoin de sollicitations mécaniques pour évoluer. La synchondrose sphéno-occipitale serait non pas tant un centre de croissance qu'un joint de rupture comme les autres sutures et c'est pour cela qu'elle persiste. Il y a à cet endroit-là une ligne de force du trépied de la base du crâne où convergent les différents axes de mouvement des pièces osseuses périphériques. Ces influences particulières permettent la persistance de cette synchondrose qui, en restant cartilagineuse, garde des pouvoirs de multiplication autonome.

L'équilibre tensionnel dure-mérien

• Tout au long du phénomène évolutif de flexion de la base du crâne tout se passe comme si, en vie intra-utérine, les modifications morphogénétiques dans l'espace et dans le volume des structures nerveuses influaient sur la flexion des pièces squelettiques par l'intermédiaire des aponévroses et fascias ; et tout se passe comme si, en vie extra-utérine, la statique érigée mettait en jeu le système musculo-aponévrotique crânien et cervical lors du redressement de la tête et de l'installation de la marche bipède chez le petit enfant.

• On sait que le système aponévrotique endocrânien est déjà constitué avant l'apparition des premiers points d'ossification et sert de tuteur aux pièces squelettiques en voie d'ossification membraneuse.

• On assiste à la mise en jeu du « haubanage » aponévrotique endocrânien, entraînant une rotation du corps du sphénoïde, ascension du basi-occipital et descente de l'écaille de l'occipital (condyles occipitaux en avant) ; ces mouvements « dynamisent » la synchondrose sphéno-occipitale, lieu de convergence des différents axes de rotation des pièces squelettiques péri-

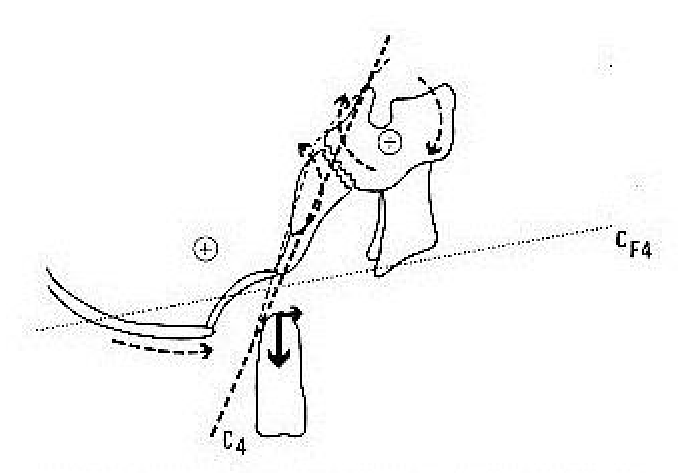


Fig. 17. – Biodynamique de la synchondrose sphéno-occipitale.
– Condyles occipitaux en avant.
– Portion basilaire de l'occipital en haut, en arrière.
– Descente de l'écaille de l'occipital par rapport à CF4 (analyse architecturale).
– Descente sommet de l'odontoïde par rapport à C4.

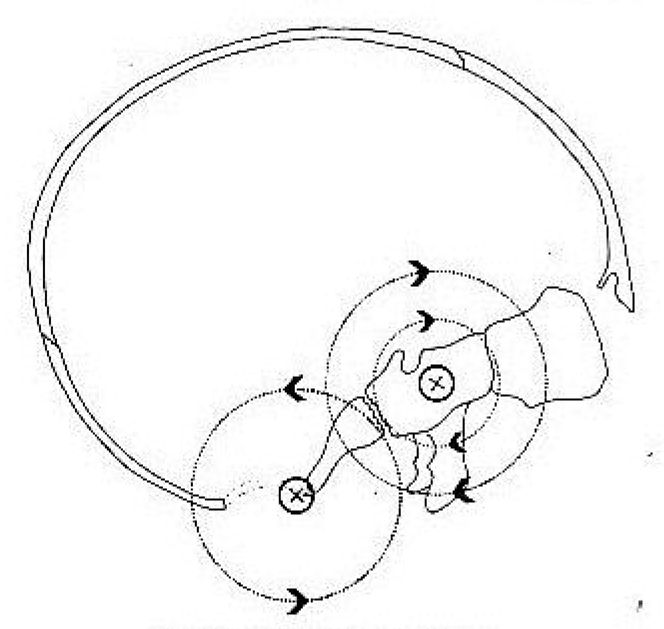


Fig. 18. – Biodynamique en flexion de la synchondrose sphéno-occipitale.
– Rotation horaire du sphénoïde ;
– Rotation anti-horaire de l'occipital.

phériques (en particulier des os temporaux) (fig. 17 et 18).

En effet, la synchondrose sphéno-occipitale est le siège de « torsions », « latéro-flexions », « flexions-extensions » entre basi-occipital et basi-sphénoïde sous le jeu des membranes de tension réciproque dure-mériennes. Si effectivement une certaine mobilité de la synchondrose sphéno-occipitale dure longtemps (les premiers ponts osseux apparaissent entre basi-occipital et basi-sphénoïde entre 14 et 17 ans chez le garçon, 12 ans 1/2 et 15 ans chez la fille) (Melsen), son effet est primordial en période de croissance tant que la physiologie suturale est la plus performante.

L'activité de « flexion » de la synchondrose sphéno-occipitale

• Les travaux expérimentaux de Melsen (1974) chez le rat ont pour but de renforcer l'hypothèse de l'influence des modifications morphoténétiques du tube neural sur la coudure de la base du crâne par l'intermédiaire des aponévroses duremériennes.

En effet, en vie intra-utérine, le fœtus est encore en milieu protégé et la morphologie du tube neural détermine très tôt la plicature de la base cartilagineuse du crâne. Dès la 4e semaine embryonnaire, l'extrémité céphalique renflée du tube neural se divise en trois vésicules, fléchit en une concavité ventrale grâce à deux courbures : une courbure dite « cervicale » entre la moelle cervicale et la 3e vésicule ou rhombencéphale, et une courbure céphalique entre la 2e vésicule (ou mésencéphale) et la 3e vésicule.

Les expériences chez le rat, à qui on administre un produit neurotoxique (Mam), réduisant l'expansion du cervelet et du pont, chez ces rats traités, la flexion de la base du crâne ne se fait pas, et l'hypoplasie du tube neural est suivie d'une lordose de la base du crâne.

• Melsen montre également que *le point de départ de la courbure se situe au niveau de la synchondrose sphéno-occipitale et que les modifications de l'angle sphénoïdal sont secondaires* (par phénomènes d'apposition et résorption périostée).

De par le type même d'insertion des formations aponévrotiques à la surface endocrânienne du sphénoïde, de l'occipital et des temporaux, on observe une mise en tension ou un relâchement des attaches dure-mériennes périostées sur les apophyses clinoïdes postérieures et le clivus, et secondairement des remaniements périostés (par apposition ou résorption) modifiant le bord postérieur de la selle turcique (fig. 19).

• *Radiologiquement* les téléradiographies crâniennes de profil objectivent de la vie fœtale à la puberté une fermeture progressive de l'angle sphénoïdal. Il va de soi que les normes d'angulation de la base du crâne, décrites en fin de puberté, jusqu'à présent ne sont pas significatives : selon Welker, il y a platibasie si l'angle nasion-centre sellaire-basion est supérieure à 150° ; il y a cyphose basale si l'angle est inférieur à 120°.

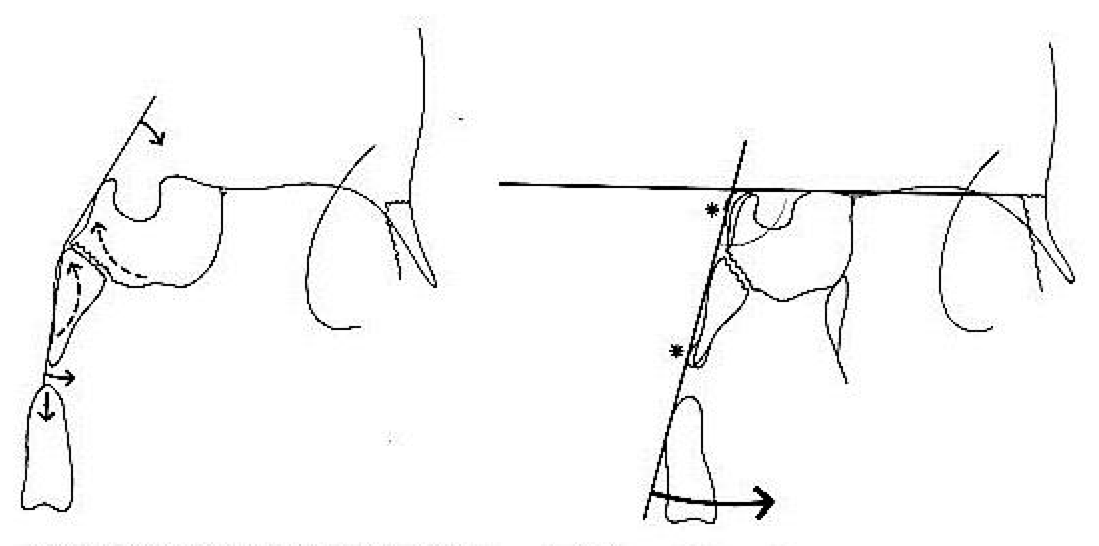


Fig. 19. – La fermeture de l'angle sphénoïdal n'est que la résultante de l'activité de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale, avec remaniements secondaires périostés au dos de la selle turcique et au basion.

Ce qui importe c'est de noter le type d'activité de la synchondrose sphéno-occipitale pour comprendre l'équilibre architectural qui en découlera.

Ainsi chez Sandra, 9 ans, (observation 1, fig. 20), on observe un baillement postérieur de la synchondrose sphéno-occipitale avec angulation entre basi-occipital et basi-sphénoïde, suivis d'une fermeture de l'angle sphénoïdal à 108°. L'activité de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale y est certainement plus importante que chez Jérôme (observation 2,

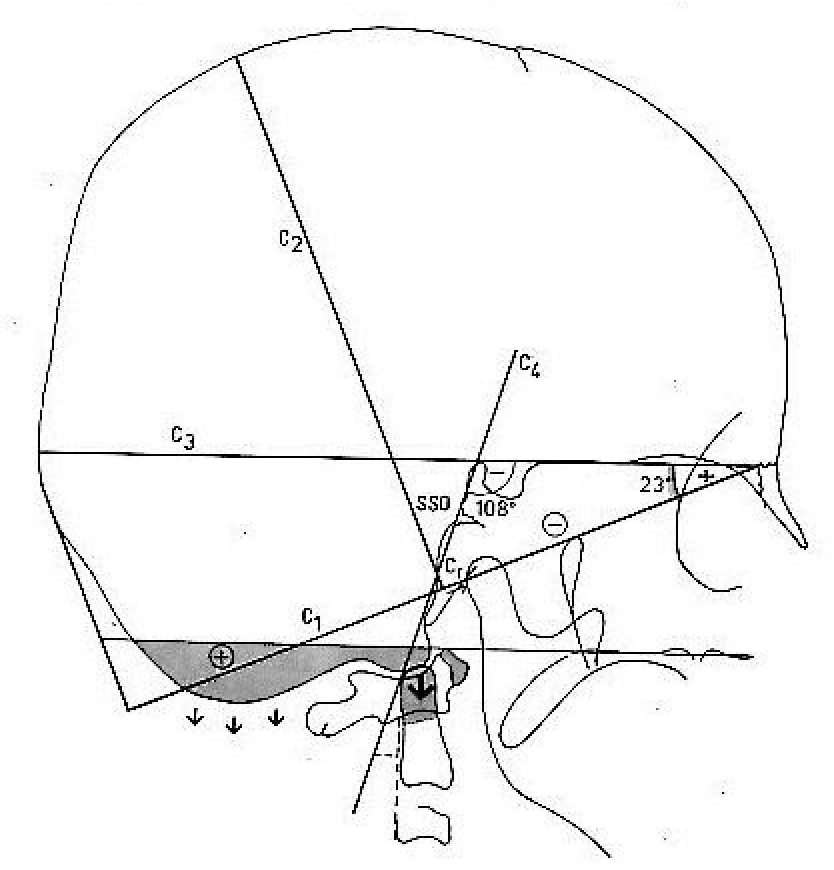


Fig. 20. – Tableau en flexion.

Observation 1, (Sandra, 9 ans 6 mois).
- Raccourcissement du champ cranio-facial (M - CT).
- Fermeture angle sphénoïdal (C3 - C4).
- Ouverture angle antérieur de la base (C1 - C3).
- Occiput et odontoïde bas situés.

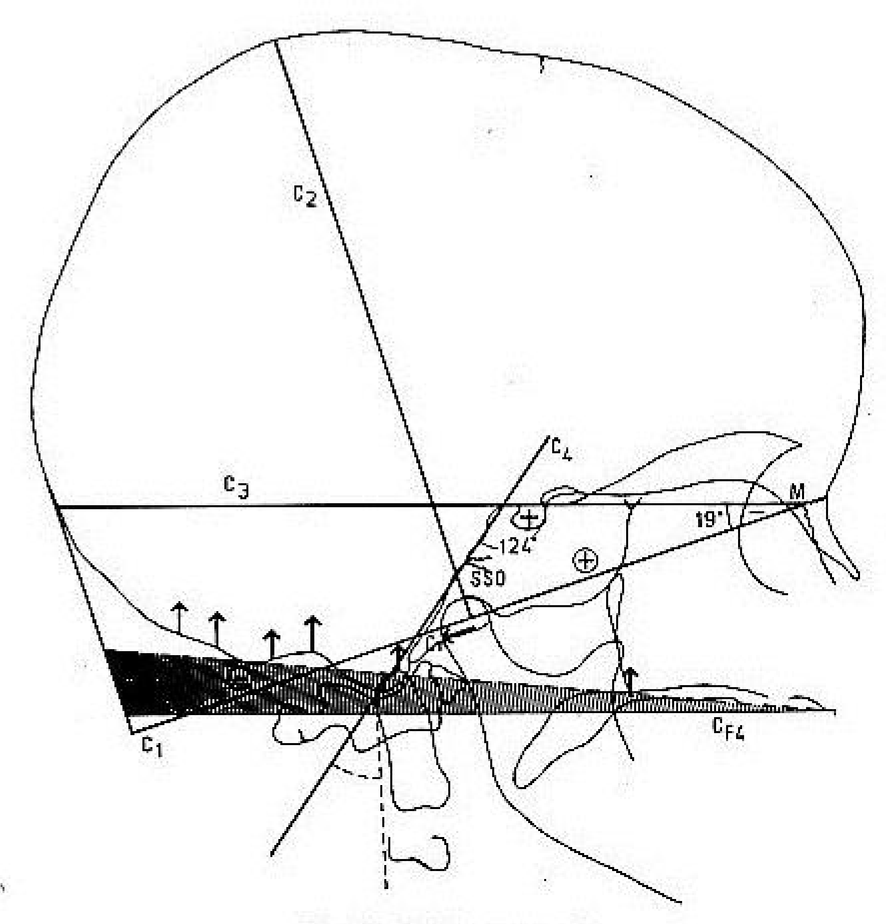


Fig. 21. – Tableau en extension.

Observation 2, (Jérôme, 10 ans).
- Allongement du champ cranio-facial.
- Ouverture angle sphénoïdal (C3 - C4).
- Fermeture angle antérieur de la base (C1 - C3).
- Occiput et odontoïde haut situés.

fig. 21). Chez ce garçon, il existe un pincement postérieur de la synchondrose sphéno-occipitale avec allongement du clivus en bas, en arrière, conjointement avec un angle sphénoïdal resté ouvert à 124°. On conçoit déjà les variations d'équilibre architectural en fonction des degrés de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale.

Description du phénomène de flexion de la base du crâne

La flexion de la synchondrose sphéno-basilaire se traduit comme suit : élévation du basi-occipital et baillement postérieur des surfaces articulaires du basi-occipital et du basi-sphénoïde ; rotation « horaire » du corps du sphénoïde autour de son axe horizontal ; rotation antihoraire de l'occiput et de l'ethmoïde autour de leurs axes transverses horizontaux.

☐ *Le sphénoïde*

Le sphénoïde relève en haut, en arrière, le versant basilaire sphénoïdal de la synchondrose, et « pique du nez » en bas, en avant, la selle turcique en avant.

L'axe de rotation est transversal, en avant et presque

au même niveau que le plancher de la selle turcique. Sensiblement horizontal, cet axe passe latéralement par le milieu de l'arcade zygomatique.

Il y a relâchement du pôle antérieur de la faux du cerveau, et un effacement en haut, en arrière, de l'écaille du frontal (et tendance au baillement supérieur de la suture métopique).

La rotation « horaire » du corps du sphénoïde entraine le frontal en rotation opposée, et les grandes ailes divergent en bas, en dehors (fig. 22). Le corps du sphénoïde, en effectuant sa rotation antérieure ou flexion, entraîne ses apophyses ptérygoïdes (descendantes et légèrement divergentes) en bas, en dehors et en arrière, lesquelles « emmènent » par leur face interne, la partie verticale du palatin. L'appui vomérien est favorable à l'abaissement du plan palatin postérieur. Enfin, l'aponévrose palatine qui est fixée en avant au bord postérieur de la voûte palatine, s'attache de chaque côté au bord inférieur de l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde et tracte la voûte ainsi en arrière et en bas.

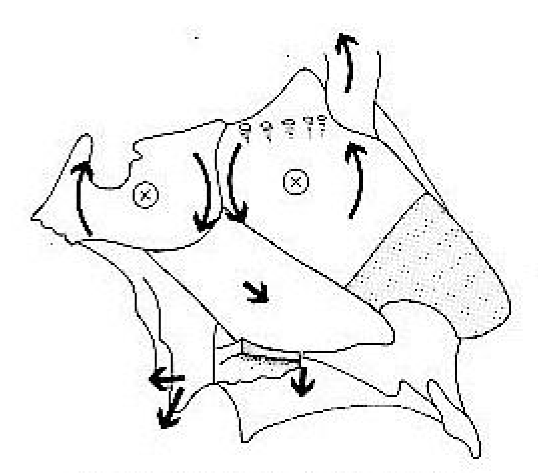


Fig. 22. – Rotation horaire du sphénoïde dans un tableau de flexion.

☐ *L'occipital*

De nouvelles relations articulaires apparaissent entre les masses latérales de l'occipital et les surfaces articulaires de l'atlas.

La mésialisation du trou occipital suit l'ascension du basi-occipital, en haut, en arrière, la descente en bas, en avant, de l'écaille de l'occipital. Secondairement l'apophyse odontoïde de l'axis s'éloigne et descend, de façon relative.

De la nouvelle orientation des condyles occipitaux découle un équilibre occipito-rachidien évoluant vers la descente et l'avancée du sommet de l'odontoïde, et un rapprochement de l'arc antérieur de l'atlas et de l'odontoïde de la lumière pharyngée. Ce mouvement va permettre, en vie aérienne extra-utérine, le redressement de la tête du petit enfant qui va aborder la station érigée et mettre en jeu tous ses muscles postéro-latéraux du cou. Il se crée un équilibre cranio-facial et cervical sous le jeu d'un ensemble de ligaments s'insérant sur le basi-occipital (ligaments de l'articulation occipito-rachidienne : odontoïdien médian, vertébral commun antérieur, postérieur, occipito-atloïdien... plus le système qui unit l'arc antérieur de l'atlas et le sommet de l'odontoïde au basion).

L'équilibre basal : aboutissement du phénomène évolutif de flexion de la base

Sans faire appel à un esprit finaliste trop simpliste, il est néanmoins utile de faire intervenir la notion d'équilibre tensionnel duremérien pour mettre en évidence l'équilibre architectural d'un squelette cranio-facial et pour comprendre les grandes lignes crâniennes céphalométriques tracées au cours de l'analyse architecturale de Jean Delaire. Ces lignes permettent, en effet, rapidement, de faire le bilan entre :

— l'équilibre de la base et de la voûte du sujet examiné ;

— l'équilibre facial « idéal » qu'il devrait présenter (v. analyse, p. 36, fig. 42).

Ainsi :

• La fermeture de l'angle sphénoïdal n'est que la résultante de l'activité de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale en sachant que :

— sphénoïde et occipital doivent s'orienter de telle sorte que leur alignement sur la lame quadrilatère et leur tangence au bord supérieur et postérieur du sommet de l'odontoïde « protège » les afférences nobles vasculaires et nerveuses sous-jacentes : c'est la rectitude de la ligne basilaire de Thiébot Wackenheim et Vrousseau (fig. 23) : matérialisée par la ligne C4 de pente basilaire ;

— le jugum sphénoïdal et la lame criblée de l'ethmoïde solidaires de la tente du cervelet vont s'aligner : c'est la rectitude du segment antérieur de la base du crâne, matérialisée par C3 ; cette ligne joint le point M de Enlow et le jugum sphénoïdal, passe par la lèvre antérieure de la gouttière du chiasma optique et par l'apophyse clinoïde antérieure (fig. 24).

• L'orientation de la charnière cranio-cervicale et du palais secondaire va suivre le degré de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale (ou de fermeture de l'angle sphénoïdal), c'est-à-dire la rotation horaire sphénoïdale, et antihoraire occipitale :

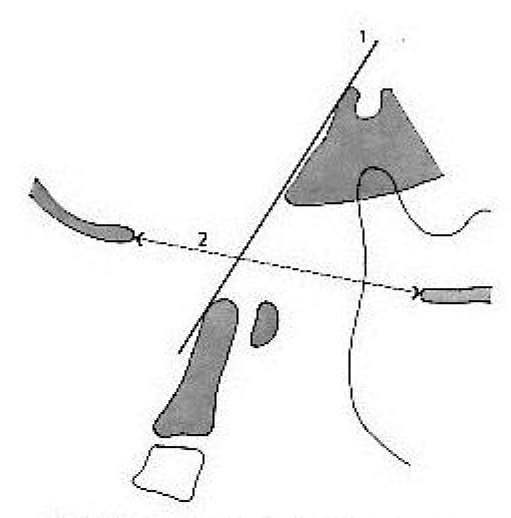


Fig. 23. – Rapport de la charnière cervicale.
1. Ligne de Thiébot, Wackenheim et Vrousos.
2. Ligne de Chamberlain.

a) Il existe un équilibre cranio-palatin (matérialisé par l'alignement du plan bispinal, depuis l'épine nasale antérieure, par le versant antérieur de l'orifice d'entrée du palais osseux, l'arc antérieur de l'atlas, le sommet de l'apophyse odontoïde et la partie inférieure de l'écaille de l'occipital).

b) Cet équilibre cranio-palatin, bien connu en neuro-radiologie (ligne de Chamberlain et de Fischgold, fig. 23) va s'orienter par rapport à la ligne supérieure de la base du crâne C3, au fur et à mesure que fléchit la synchondrose sphéno-occipitale :

— à un angle sphénoïdal resté largement ouvert, correspond une position haute de l'occiput, avec un allongement du champ cranio-facial et un raccourcissement du champ cranio-rachidien (ce tableau correspond à l'appellation « en extension ») (fig. 21) ;

— à un angle sphénoïdal fermé, correspond une position basse de l'occiput, un champ cranio-facial court et un champ cranio-rachidien relativement plus long (tableau dit en « flexion », fig. 20).

En résumé

Il existe un équilibre entre la base du crâne et son degré de flexion, la charnière cranio-cervicale et le palais osseux. Il évolue habituellement, mais à des degrés variables, vers un tableau dit en « flexion », avec mise en rotation externe des temporaux et rotation externe des maxillaires que nous allons étudier.

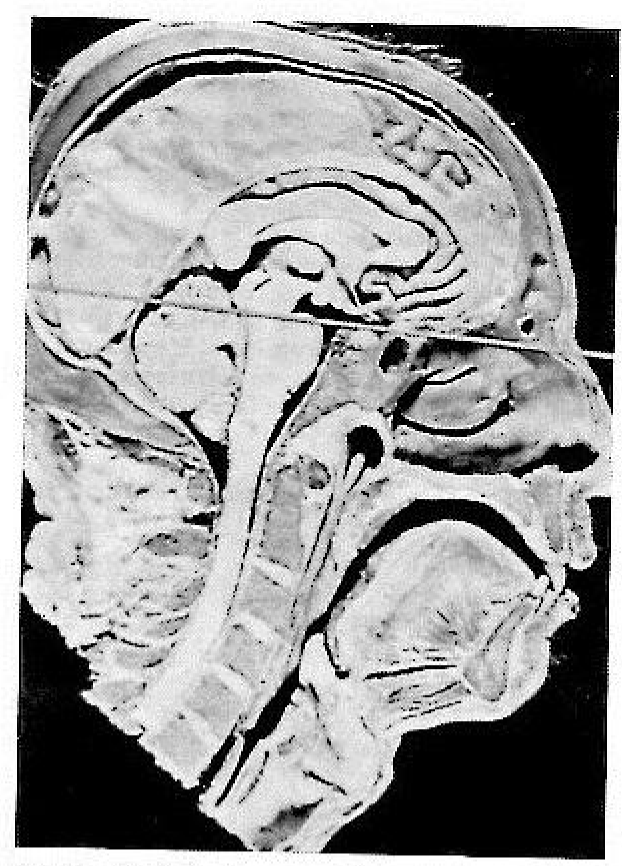


Fig. 24. – Rectitude du segment antérieur de la base du crâne (D'après J. Delaire).

Parler en biodynamique de tableaux dits en extension, en opposition aux tableaux dits en flexion, c'est une commodité de conceptualisation et visualisation des mouvements.

Le long phénomène évolutif de la base du crâne nous projette toujours vers un tableau de flexion plus ou moins avancé.

L'énoncé de mouvements inverses, d'extension de la base, de rotation interne des temporaux, de rotation interne des maxillaires entre autres, doit sous-entendre « base restée étendue ou retardée dans sa flexion ; rotation temporale ou maxillaire insuffisante par rapport à la position terminale qu'elle aurait dû avoir ». De cette manière, la restriction du mouvement d'une pièce squelettique peut admettre une appellation contraire à sa fonction.

Chapitre 4

Répercussions directes du mécanisme basal sur la croissance faciale

Introduction

La représentation spatiale des modifications tridimensionnelles de la croissance cranio-faciale s'éclaire considérablement quand on visualise les déplacements des pièces squelettiques. Sans perdre de vue qu'en réalité nous observons deux phénomènes :

a) La mobilité intrinsèque crânienne, par exemple du temporal ou du maxillaire pris en « rotation » externe ou interne autour d'un axe principal. Les schématisations seront inspirées des écoles mécanistes.

b) L'intégration de cette mobilité crânienne au sein du long phénomène évolutif de **flexion**, c'est-à-dire dans un squelette en période de croissance+++. La figuration du phénomène ou de la *succession des changements de forme* des pièces osseuses fait appel à des *mouvements architecturaux* tridimensionnels ou *biodynamiques cranio-faciaux* que l'on peut animer cinématographiquement.

Ce cadre évolutif explique pourquoi certains auteurs observent pour une pièce osseuse donnée, des axes mécaniques différents d'un patient à un autre. En fait la mise en tension des membranes dure-mériennes va créer un équilibre tensionnel *variable* en période de croissance, pour aboutir à un état architectural final post-pubertaire. L'équilibre n'est pas le même pour tous à l'âge adulte.

De grandes variations architecturales doivent être admises dans le genre homo ; l'unité de notre espèce étant la biodynamique cranio-faciale.

Biodynamique de l'os temporal

☐ *Configuration en « roue voilée »*

De par sa configuration en « roue voilée », le temporal est considéré comme le « fauteur de troubles » (Sutherland) de l'ensemble crânien. Cela en raison du positionnement de son axe de rotation : oblique de dehors en dedans, d'arrière en avant, comme une roue voilée attachée par son essieu pétreux au centre de la base. De plus, l'occipital s'interpose « en coin » entre les deux pyramides pétreuses et les fait diverger (fig. 25). La flexion de la synchondrose sphéno-occipitale s'accompagne d'une ouverture postérieure des axes des rochers mettant en tension la tente du cervelet dont les insertions sur la pyramide pétreuse migrent vers l'avant (fig. 26).

☐ *Rotation externe du temporal* (fig. 27)

L'examen de l'écaille du temporal montre qu'elle présente un biseau interne sur toute la partie supérieure et un biseau externe sur la partie inférieure. Les deux points d'inversion des biseaux déterminent un axe à peu près horizontal qui suit sensiblement le bord supérieur de la pyramide pétreuse, laquelle pointe en dedans jusqu'à la synchondrose sphéno-occipitale. Elle tourne autour de cet axe oblique en dedans, en avant, de telle sorte que :

— la partie supérieure de l'écaille « tombe » en avant en s'écartant de la ligne médiane et s'écarte du pariétal (le diamètre transversal bitemporal supérieur augmente) ;

— la *cavité glénoïde* glisse sous l'axe et d'une position antéro-latérale, elle devient plus *postérieure* et légèrement plus *en dedans* (il s'ensuit un rapprochement transversal des deux cavités glénoïdes et un pincement transversal des deux branches montantes de la mandibule ;

— le pavillon de l'oreille attaché au pourtour du conduit auditif externe se tourne vers l'avant (à l'extrême c'est le « signe du pavillon ») ;

— la pointe de la mastoïde se dirige en haut, en arrière, et se rapproche de la ligne médiane (l'inversion de courbure du biseau de la suture occipito-mastoïdienne témoigne de ce mouvement).

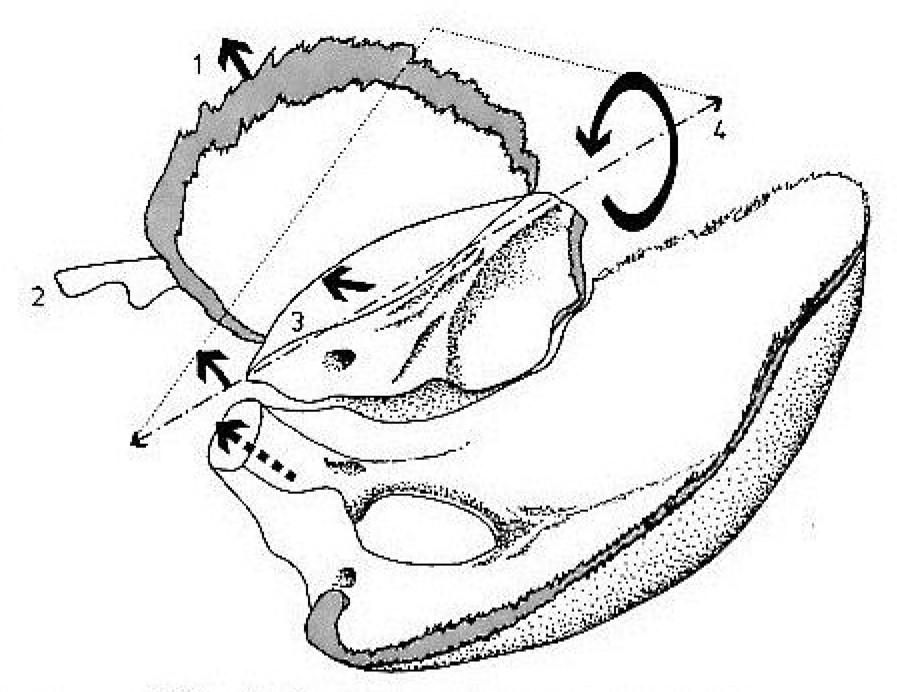


Fig. 25. – Bascule occipitale entre les deux pyramides pétreuses :
1. Bord supérieur de la squame : en avant, en dehors.
2. Apophyse zygomatique en avant, en bas, en dehors.
3. Bord supérieur de portion pétreuse : s'écarte vers l'avant et en dehors (la base pétreuse et la cavité glénoïde sont projetées en avant et en dehors).
4. Axe jugulaire : axe de rotation de pyramide pétreuse.

□ *Conséquences de la rotation du temporal pour l'articulation temporo-mandibulaire (ATM)*

Il ne s'agit pas de la pathologie de l'ATM et des dysfonctionnements temporo-mandibulaires, pourtant la biomécanique du temporal amène à en parler. Ce serait une erreur de vouloir conserver l'opinion classique que les deux ATM constituent une entité fixe fonctionnelle. Il existe une « indépendance » entre les deux temporaux et les deux ATM. Chaque temporal est libre de se mouvoir comme bon lui semblera (c'est-à-dire en fonction de sa liberté suturale propre), et les

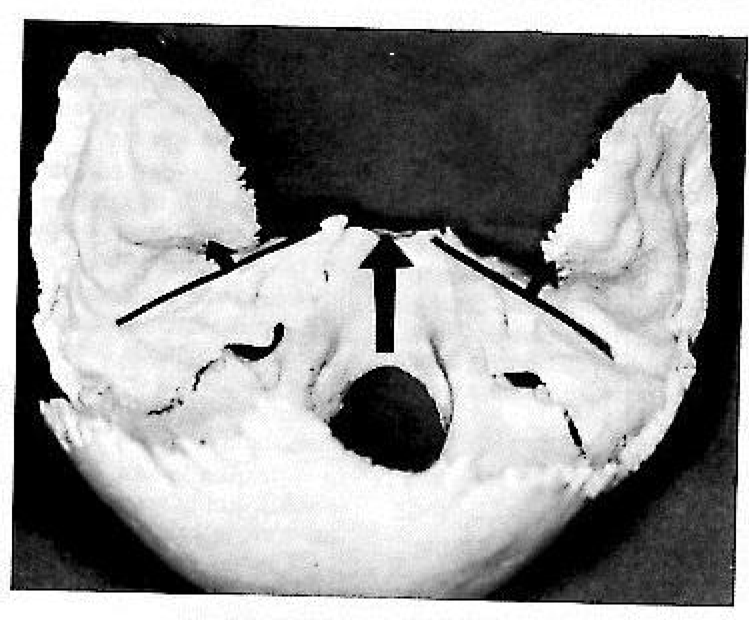


Fig. 26. – Ouverture postérieure des axes des rochers après bascule occipitale.

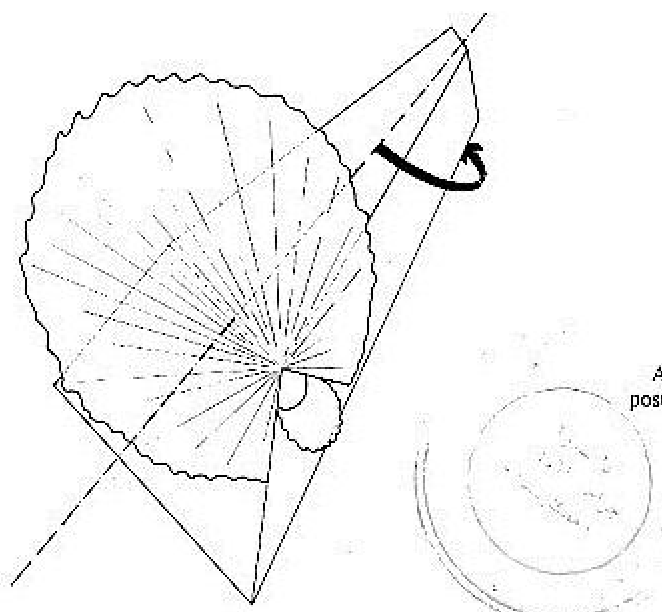


Fig. 27. – La rotation externe du temporal
(axe oblique en dedans, en avant).
La cavité glénoïde glisse sous l'axe et d'une position antéro-latérale devient plus postérieure et légèrement plus en dedans.

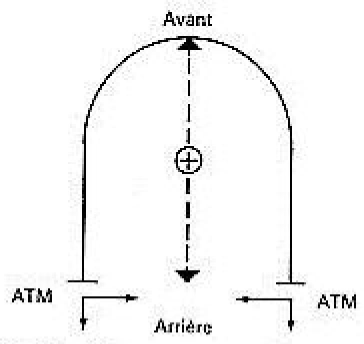


Fig. 28. – Temporaux en rotation externe.
Arcade inférieure plus allongée. Cavité glénoïde en position plus postérieure et légèrement plus en dedans.

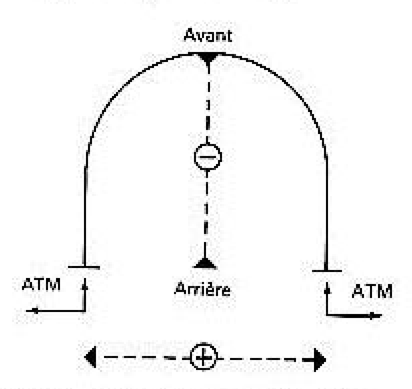


Fig. 29. – Temporaux en rotation interne.
Arcade inférieure plus courte. Cavité glénoïde en position plus antérieure et latérale.

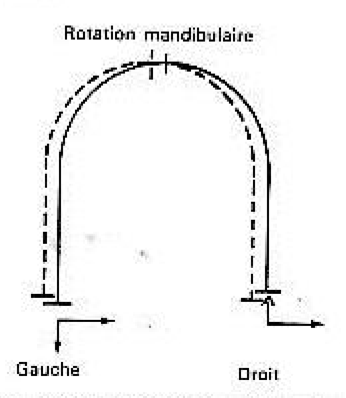


Fig. 30. – Temporal droit en rotation interne temporal gauche en rotation externe.
Perte de la concordance des milieux interincisifs supérieur et inférieur par déviation du milieu interincisif inférieur.

cavités glénoïdes restent indépendantes, la mandibule réfléchissant leur position :

— si les deux temporaux sont en rotation externe (fig. 28), il y a pincement transversal entre les deux branches montantes et allongement de la flèche de l'arcade dentaire inférieure (dans le sens antéro-postérieur) ;

— à l'inverse, si les deux temporaux sont en *rotation interne* (fig. 29), les cavités glénoïdes sont en position plus *antérieure et latérale* : il y a écartement des branches montantes et raccourcissement de la flèche de l'arcade dentaire inférieure ;

— si un temporal est en rotation externe, l'autre en rotation interne (fig. 30) : il y a *« rotation mandibulaire »* avec perte de la concordance des milieux interincisifs supérieur et inférieur, avec déviation latérale de la mandibule à l'ouverture buccale.

☐ *Équilibre temporal - tente du cervelet*

En période de croissance chez l'enfant, la mésialisation du foramen magnum se poursuit ; l'avancée de la gouttière basilaire de l'occipital « en coin » entre les deux rochers détermine une ouverture postérieure de l'angle interrochers et une *projection en avant et en dehors* de la face antéro-inférieure de la pyramide pétro-tympanique porteuse de la *cavité glénoïde.* L'arête endocrânienne des rochers va en haut et en avant tendant vers les côtés la tente du cervelet.

— Le foramen ovale voit sa forme évoluer en type « roman » (raccourcissement du diamètre antéro-postérieur) soulageant les insertions de la grande courbure sur les apophyses clinoïdes postérieures (et permettant ainsi la verticalisation de ces dernières par les phénomènes d'apposition périostée) (fig. 31).

— L'activité de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale entraînant la fermeture de l'angle sphénoïdal est conjointe à l'ouverture de « l'axe fonctionnel des rochers » de P. Vion, c'est-à-dire à l'écartement entre les deux pyramides pétreuses : il y a projection spatiale du temporal : le bord supérieur de la portion pétreuse s'oriente en avant, en dehors et *porte la cavité glénoïde*

et l'ATM en dehors et vers l'avant. Ce mouvement favorable à *l'avancée des ATM* raccourcit le « champ » cranio-facial au profit du champ cranio-rachidien et télescope vers l'avant le massif facial par le trait d'union du zygoma (fig. 32).

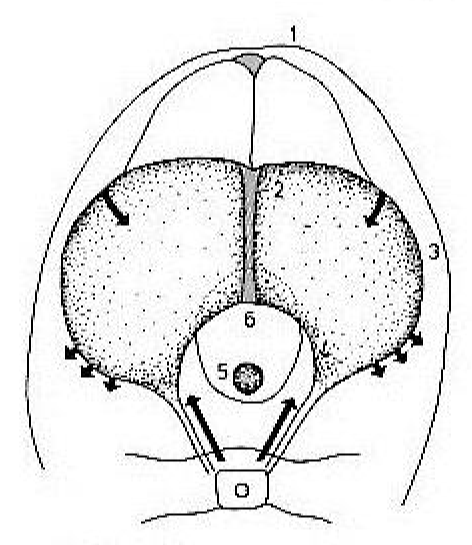


Fig. 31. — Équilibre tente du cervelet[1].
1. Sinus longitudinal supérieur.
2. Sinus droit.
3. Grande circonférence de la tente du cervelet.
4. Petite circonférence.
5. L'apophyse odontoïde descend.
6. Le foramen ovale s'élargit.

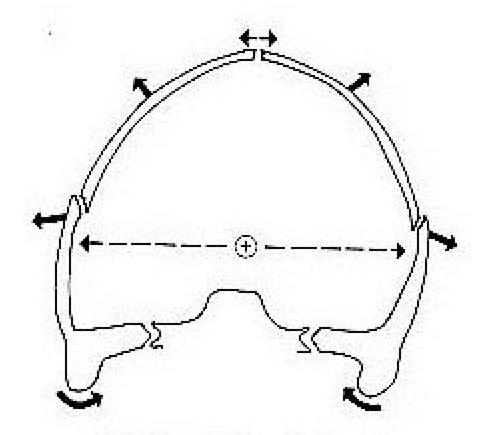


Fig. 33. — Tableau de flexion[1].
- Suture sagittale soumise à la distension.
- Écartement des écailles des temporaux.

Fig. 32. — Crâne en « flexion ».
1. Bascule en bas, en avant, de l'écaille de l'occipital.
2. Jonction tente - faux en bas, en avant.
3. Les apophyses clinoïdes postérieures se « redressent ».
4. Pôle supérieur de la faux en arrière.
5. Frontal fuyant en haut, en arrière.
6. Nasion en retrait.
7. Raccourcissement du « champ » cranio-facial.

1) Figures 31, 33 et 34 : d'après l'enseignement dispensé au Collège européen d'Étiopathie de Genève.

En conséquence

— La biomécanique « en roue voilée » du temporal en rotation externe est favorable à l'allongement de l'arcade inférieure, et au pincement transversal des branches montantes de la mandibule. Mais également la pyramide pétreuse bascule en bas et fait *« descendre » l'ATM* tout en éloignant le massif lingual de la paroi oropharyngée postérieure. Ainsi la croissance verticale de la face est libérée.

— Remise dans le contexte évolutif de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale, elle est favorable à la migration vers l'avant et latéralement de l'articulation temporo-mandibulaire (donc à la projection mandibulaire).

□ *Les pariétaux*

Conjointement à l'écartement des écailles des temporaux, les pariétaux s'écartent : leur bord circonférentiel inférieur taillé aux dépens de la face exocrânienne, glisse à l'intérieur du bord circonférentiel de l'écaille du temporal. Leur bord circonférentiel supérieur soumet la suture sagittale à la distension et celle-ci peut présenter de grandes digitations (fig. 33).

Biodynamique de l'os maxillaire

L'activité de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale agit sur la sphère occipito-pariéto-temporale, et également sur la sphère maxillo-fronto-ethmoïdale.

La rotation horaire du sphénoïde et la rotation externe du temporal vont emmener le maxillaire en rotation externe par l'intermédiaire du palatin et du zygoma (fig. 34 et 35).

• Relié au temporal par l'apophyse zygomatique : c'est le condyle du temporal allongé de dehors en dedans et d'avant en arrière. Son extrémité antérieure est taillée en biseau aux dépens du bord inférieur et s'articule avec l'os malaire.

L'union du malaire au sommet tronqué de la pyramide maxillaire permet l'adaptation positionnelle de cette dernière aux mouvements du temporal.

Chaque zygoma entraîne son maxillaire en « rotation externe » et favorise *la bascule antérieure du mobile maxillaire* par rapport à sa base d'implantation au pied du sinus frontal (articulation naso-fronto-maxillaire).

• Le palatin est le « trait d'union » entre maxillaire et sphénoïde, solidaire du maxillaire. Il l'entraîne dans l'écartement et l'abaissement des apophyses ptérygoïdes du sphénoïde.

□ *La « rotation externe du maxillaire »*

Le maxillaire est induit dans un mouvement de rotation externe de par la poussée zygomatique en dehors et en avant d'une part, et de par l'écart tubérositaire parallèle à l'écart ptérygoïdien d'autre part. Latéralement, on observe donc la surface malaire en haut, en avant et en dehors ; il y a frontalisation des apophyses orbitaires externes (l'angle fronto-zygomatique se trouve en avant et l'angle latéral de l'orbite s'élargit (fig. 36)). La distance intermolaire postérieure s'agrandit parallèlement à l'écart des tubérosités et des lames palatines en arrière (fig. 37).

Globalement, l'arcade supérieure évolue en raccourcissant son diamètre antéro-postérieur, en augmentant son diamètre transversal intermolaire, en aplatissant sa voûte (par horizontalisation du plan palatin abaissé en bas et en arrière).

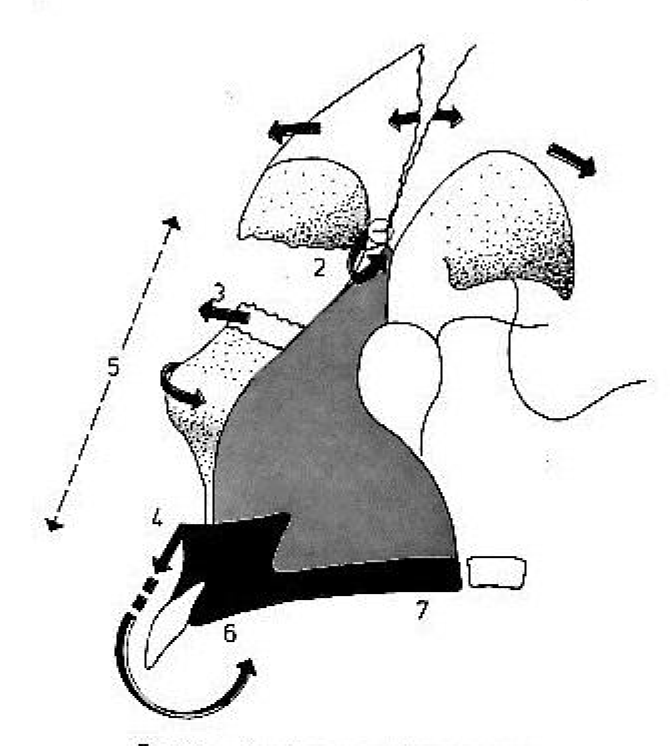


Fig. 34. — Rotation externe du maxillaire[1].

1. Les deux os frontaux suivent le bâillement interpariétal : la glabelle se déprime et s'élargit.
2. Apophyse frontale maxillaire en rotation de dehors en dedans. Distance intercanthale réduite.
3. Surface malaire en haut, en avant, en dehors.
4. Épine nasale antérieure en bas, en arrière.
5. Allongement étage supérieur de la face (nasion - ENA).
6. Suture médio-incisive en arrière *insuffisance prémaxillaire.*
7. Horizontalisation du plan palatin, puis abaissé.

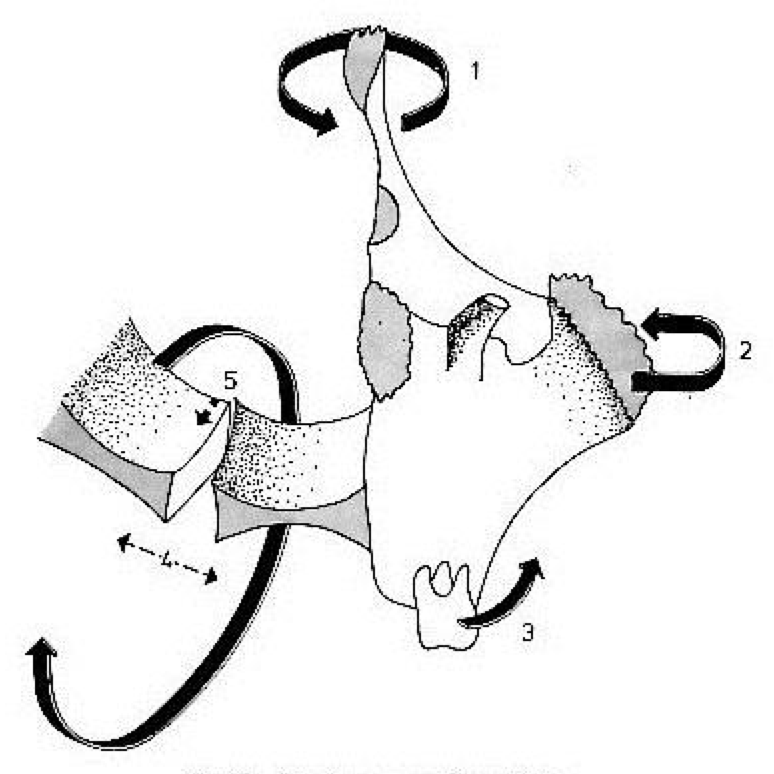


Fig. 35. – Rotation externe du maxillaire.

1. Branche montante tournée de dehors en dedans vers la ligne médiane.
2. Poussée zygomatique en dehors, en avant.
3. Écart des tubérosités maxillaires. Augmentation de la distance intermolaire.
4. Écart des lames palatines en arrière.
5. Prédisposition à la rétroalvéolie incisive supérieure et à la descente de l'épine nasale antérieure.

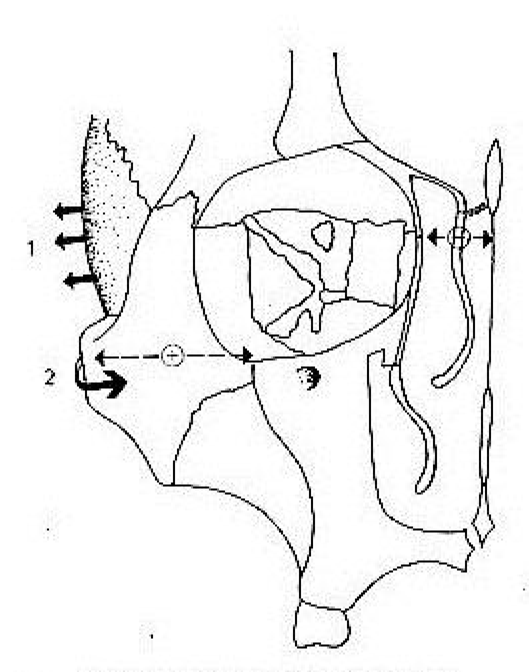


Fig. 36. – Rotation externe du maxillaire.

1. Fosse temporale bombante.
2. Ptérion en avant, en dehors.

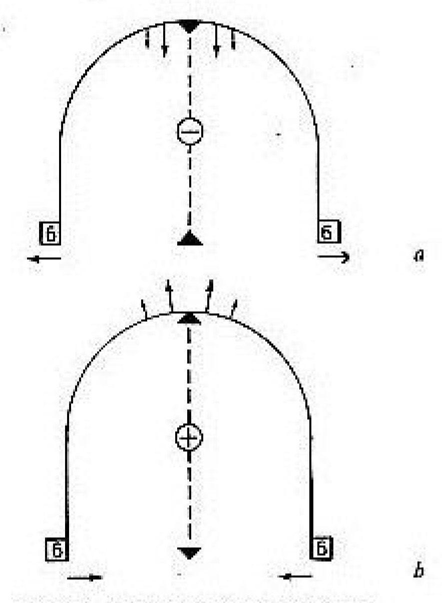


Fig. 37. – Rotation externe et interne des maxillaires.

a) Évolution vers une rétroalvéolie incisive supérieure et une exoalvéolie molaire postérieure (tableau de flexion).

b) Évolution vers une endognathie maxillaire et une proalvéolie incisive supérieure (tableau d'extension).

☐ *Conséquences sur la morphogenèse du maxillaire*

Sur la ligne médiane, chaque apophyse frontale du maxillaire se met en rotation de telle sorte que les branches montantes droite et gauche s'impactent en dedans (et au maximum de rotation externe du maxillaire, il y aura retrait du nasion, réduction de la distance intercantale, et arrêt de la migration, en avant du secteur précriblé, de l'articulation naso-fronto-maxillaire).

L'épine nasale antérieure va être influencée également par la rotation externe globale de l'os maxillaire : elle descend en bas, en arrière, de telle sorte que la suture médio-incisive recule (au maximum, il se crée un certain degré d'insuffisance prémaxillaire, associé à un certain degré de rétroalvéolie incisive supérieure).

Les apophyses ptérygoïdes du sphénoïde, en divergeant en bas, en dehors et vers l'arrière, tractent dans la même direction les muscles du voile du palais ; la voûte palatine s'abaisse et les lames horizontales du palatin s'aplatissent. Mais si la voûte palatine s'abaisse, si le prémaxillaire se met en retrait, le muscle lingual descend d'autant plus facilement que l'abaissement des ATM et la descente de l'apophyse odontoïde l'éloignent de la paroi pharyngée postérieure.

Déterminisme biodynamique des Classes III et des Classes II squelettiques

On conçoit mieux, à l'aide de la biodynamique cranio-faciale, la notion de « couple fonctionnel maxillo-mandibulaire » (J. Delaire), notion « dynamique » si l'on suit la chaine des mouvements des pièces squelettiques.

Si classiquement, l'aspect et la situation des articulations fronto-maxillaires, par rapport à la base du crâne, résultent de facteurs constitutionnels innés (dont le plus important semble être le septo-ethmoïde), *l'orientation* du maxillaire par rapport à la base du crâne est une variable fonctionnelle essentiellement dépendante de l'implantation de la mandibule sur cette base.

L'équilibre maxillo-mandibulaire passe avant tout par l'équilibre entre :

— d'une part, occiput et ATM : équilibre cervico-occipito-temporo-mandibulaire ;

— d'autre part, frontal et maxillaire : équilibre sphénoïdo-ethmoïdo-fronto-maxillaire.

☐ *Déterminisme biodynamique des Classes III squelettiques*

Les adaptations positionnelles des différentes pièces squelettiques de la voûte et de la base, secondaires au long phénomène évolutif de *flexion* de cette base, vont influencer directement la croissance faciale :

Dans le sens antéro-postérieur

Vers une réduction de la croissance postéro-antérieure de l'étage supérieur de la face et vers une avancée du « complexe mandibulaire ».

a) La rotation externe du maxillaire est variable selon que :

— la mobilité suturale périphérique est optimale (liberté de l'articulation naso-fronto-maxillaire, absence de bride postérieure telle une cicatrice de fente) ;

— la « poussée » zygomatique est entretenue par la migration de l'articulation temporo-mandibulaire, elle-même soumise à l'avancée de la pyramide pétreuse (sous le jeu de la rotation occipitale).

La frontalisation des apophyses zygomatiques va solliciter les pyramides maxillaires dans leur mouvement d'arrière en avant, de dedans en dehors.

b) Plus l'occipital, migre vers l'avant, plus l'angle entre les pyramides pétreuses s'ouvre : leurs axes se dirigent vers les quadrans antéro-externes de la base (fig. 38). La base se raccourcit relativement (segment AC relativement plus court), mais proportionnellement le « champ » cranio-rachidien s'allonge (AB+) au détriment du champ cranio-facial (BC–).

c) Le temporal sollicité en rotation externe, présente sa face exocrânienne vers le quadrant antéro-externe : la cavité glénoïde est projetée latéralement en avant. Mais également la « poussée zygomatique » va latéraliser les maxillaires (et l'arcade supérieure va s'élargir tout en raccourcissant sa flèche antéro-postérieure).

d) La poursuite du phénomène de flexion va aboutir à la perte de l'équilibre facial et au passage en Classe III : plus le maxillaire avance en rotation externe, plus vite il se bloque :

— par « serrage » des deux branches montantes sur la ligne médiane ;

— par « serrage » de la suture médio-incisive et incisivo-canine : il y a retrait progressif du prémaxillaire et tendance à la rétroalvéolie incisive supérieure (fig. 37 a et 39).

Il y a « compétition » entre la rotation externe du maxillaire dont l'arcade dentaire se raccourcit, et la rotation externe du temporal qui propulse l'ATM et allonge l'arcade inférieure : les rapports occlusaux de type Classe I vont évoluer vers la Classe III. C'est alors qu'il y a perte d'équilibre fonctionnel entre le « marteau » mandibulaire et « l'enclume » maxillaire. La croissance maxillaire est freinée dans le sens anté-

BASE EN FLEXION

Axe des pyramides pétreuses

Quadrant antéro-externe

Temporal en rotation externe

Occipital

Quadrant postéro-externe

C

B

A

ENA

Me

Fig. 38. – Évolution vers la Classe III.

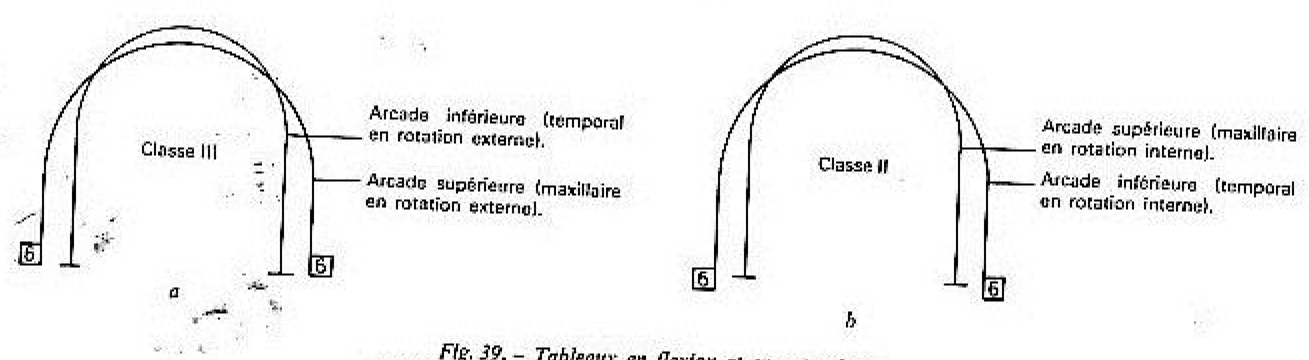


Fig. 39. – Tableaux en flexion et en extension.
a) En flexion.
b) En extension.

ro-postérieur et toute une cascade de dysfonctions musculaires vont aggraver le déséquilibre basal.

Dans le sens vertical

• Au fur et à mesure que la synchondrose sphéno-occipitale se ferme (en fait l'angle sphénoïdal se ferme), l'angle antérieur de la base va s'ouvrir : (entre la ligne supérieure de base C3 et la ligne C1 joignant l'articulation naso-fronto-maxillaire à la cavité glénoïde, fig. 42) cet angle figure la projection de l'ATM sur la base et s'ouvre au fur et à mesure que celle-ci *descend*. Cet angle, témoin de l'avancée et de la *descente* de la cavité glénoïde, donc du mouvement du temporal, « mesure » l'importance de la poussée zygomatique sur le maxillaire et le degré de bascule antérieure de ce mobile : la rotation externe maxillaire accompagne l'ouverture de l'angle antérieur de la base et le profil devient plus transfrontal (d'où les relations directes entre cet angle et l'estimation de la ligne cranio-faciale d'équilibre antérieur CF1 que nous reverrons dans la construction de l'analyse architecturale).

• L'équilibre cranio-palatin change : la mésialisation des condyles occipitaux entraîne la descente relative de l'apophyse odontoïde.

• La rotation horaire du sphénoïde sollicite l'abaissement du palais osseux. Les nouvelles relations du voile du palais avec la paroi pharyngée postérieure concourent également à éloigner et abaisser le massif lingual.

• La rotation externe du maxillaire descend le niveau de l'épine nasale antérieure.

Au total : tout concorde pour une libération de la croissance verticale de la face.

Dans le sens transversal

La frontalisation des apophyses orbitaires externes « élargit » la face. Le bâillement des écailles des temporaux en rotation externe élargit le diamètre transversal de la voûte. Les pavillons des oreilles se tournent vers l'avant en s'abaissant.

Au maximum, ce tableau dit en **flexion** aboutit à l'architecture de Sandra (fig. 48 et 49).

□ *Déterminisme biodynamique des Classes II squelettiques*

Un tableau en extension est une base restée en extension ou insuffisamment fléchie, avec retard de mésialisation du trou occipital, temporal insuffisamment basculé en rotation externe, et maxillaire insuffisamment basculé en rotation externe. Quoi qu'il en soit, les mouvements de toutes les pièces squelettiques vont déterminer l'apparition d'un ensemble architectural différent, où effectivement le temporal « fonctionnera » en rotation interne, le maxillaire en rotation interne, et la synchondrose sphéno-occipitale en extension.

• L'angle entre les pyramides pétreuses est fermé (l'occipital n'a pas fait sa migration vers le bas et vers l'avant) les pyramides pétreuses ont leurs axes dirigés vers les quadrants postéro-externes de la base (fig. 40). Le diamètre bitemporal (bi-écaille) est court. En revanche, la base est longue (segment AC long) au profit d'un long champ cranio-facial BC+. Le champ cranio-rachidien est court (AB–). L'occiput est haut situé ; le foramen magnum allongé d'avant en arrière. *Mais le temporal* se trouve relativement en position de rotation **interne** (fig. 41) : cela veut dire : l'écaille du temporal présente sa face exocrânienne tournée vers le quadrant postéro-externe ; la pyramide relève en haut en avant la cavité glénoïde ; la mastoïde plutôt en bas, en dedans.

• L'angle sphénoïdal est ouvert. L'angle antérieur de la base est fermé. La rotation horaire du sphénoïde n'est pas sollicitée ou très peu (par la rotation antihoraire de l'occiput resté ascensionné). Le segment supérieur sphénoïdien du basi-sphénoïde est long ; le segment inférieur ou basi-occipital est court. La synchondrose sphéno-occipitale « bâille » plutôt vers l'avant (fig. 40).

• L'ATM est positionnée en retrait par rapport à la base et il y a un retrait de la mandibule global.

• Il n'y a pas eu de sollicitation à l'abaissement du palais osseux et la croissance verticale de la face est mineure.

• L'absence de sollicitation zygomatique sur le maxillaire va bloquer celui-ci en rotation **interne** : la distance intermolaire supérieure diminue ; l'arcade supérieure s'allonge. C'est l'endognathie maxillaire postérieure (fig. 37*b*). Sur la ligne médiane, les branches montantes du maxillaire ne vont pas s'impacter : la suture naso-fronto-maxillaire libérée va migrer facilement sous le sinus frontal (avancée du nasion) ; la liberté de la suture médio-incisive va libérer la croissance du prémaxillaire (évolution vers une proalvéolie incisive supérieure).

En résumé

— l'arcade supérieure s'allonge et s'avance ;
— les secteurs latéraux prémolo-molaires se rapprochent ;
— les ATM positionnées en retrait vont prédisposer au retrait global de la mandibule ; mais l'ATM va se retrouver relativement plus portée latéralement que la pyramide maxillaire ;
— l'arcade mandibulaire s'arrondit (rétroalvéolie incisive inférieure et écartement des branches horizontales de la mandibule vers l'arrière) et achève les rapports occlusaux en Classe II (décalage sagittal antéro-postérieur type Classe II) et en endognathie maxillaire postérieure (fig. 39*b*).

La face s'adapte à la rotation interne des temporaux et à l'extension de la base :

— *dans le sens antéro-postérieur* : vers un allongement du champ cranio-facial et une avancée de

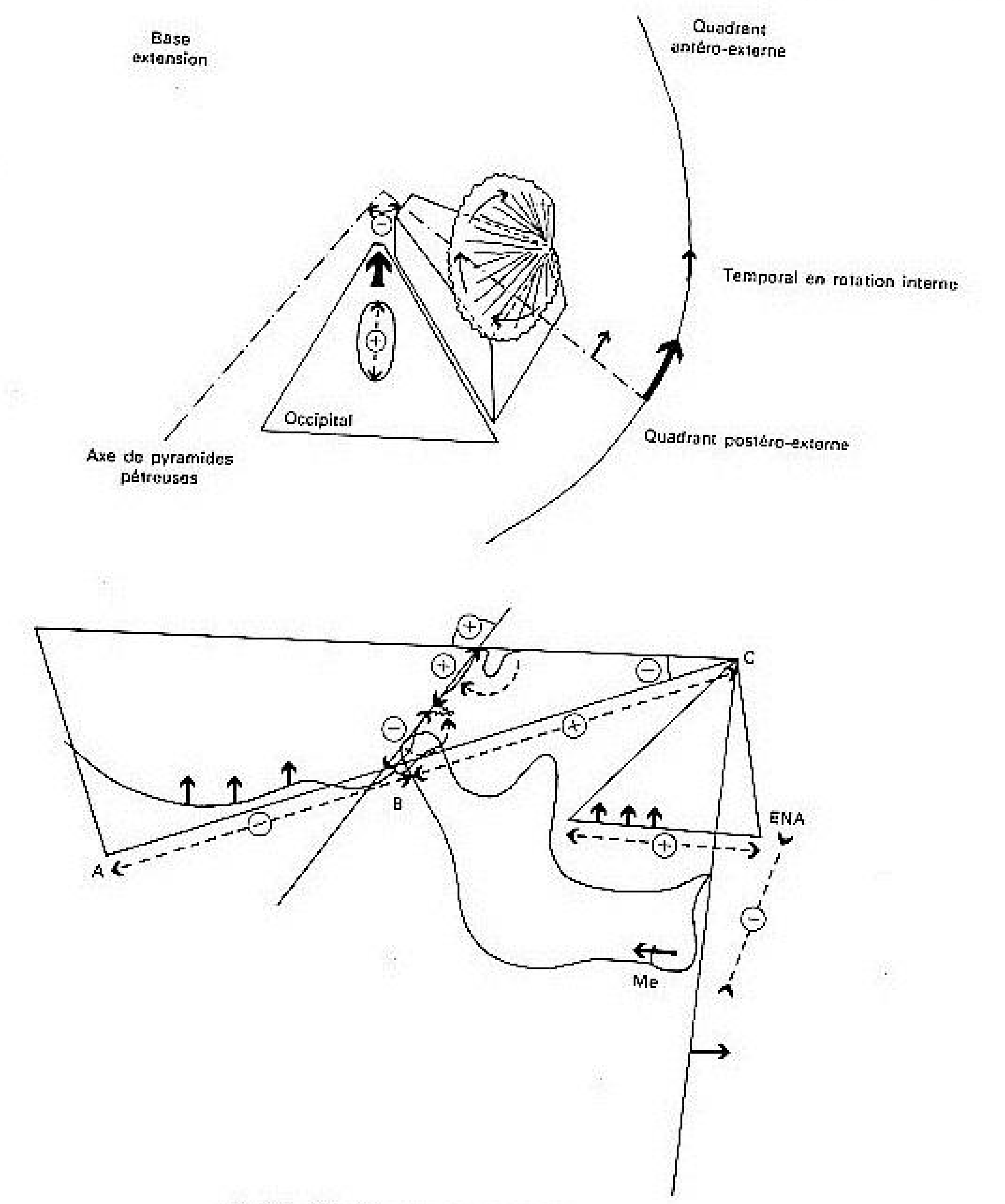


Fig. 40. – Évolution vers la Classe II.

l'étage supérieur : promaxillie *relative* à un retrait de la mandibule ;

– *dans le sens transversal* : vers un retrait des apophyses orbitaires externes et un visage étroit ;

– *dans le sens vertical* : l'équilibre occipital haut, l'ascension de l'odontoïde, la position haute des ATM, concordent pour limiter la croissance verticale de la face (on constate une diminution de hauteur de l'étage inférieur de la face ENA - menton).

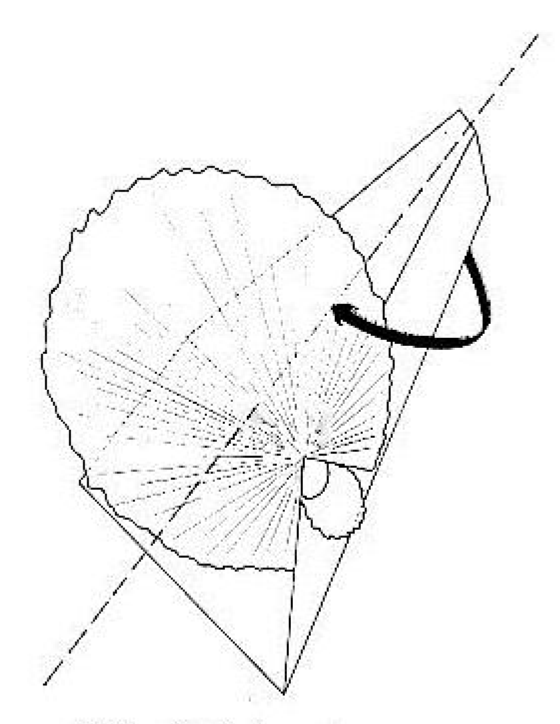


Fig. 41. – Rotation interne du temporal.
La cavité glénoïde devient plus latérale et un peu plus antérieure.

Conclusion

Pour établir le diagnostic architectural complet d'une dysmorphose et pour en comprendre l'étiopathogénie, le seul regard porté à l'occlusion dentaire terminale devient insuffisant. Les arcades alvéolo-dentaires ne constituent qu'une « unité » fonctionnelle des bases maxillaire et mandibulaire.

L'étude du tiroir alvéolo-dentaire passe donc obligatoirement par l'étude :

a) De l'équilibre du maxillaire (et de ses unités fonctionnelles dont le prémaxillaire, le palais osseux secondaire entre autres) et de ses mouvements de bascule dans la *sphère sphéno-ethmoïdo-frontale.*

b) De ses rapports avec la *sphère temporo-occipitale* et de la situation de l'articulation temporo-mandibulaire.

Si la description d'un tableau pur de flexion ou d'extension est faite dans un but didactique, l'observation clinique est peut-être moins démonstrative, tant les adaptations positionnelles des pièces squelettiques sont sujettes à variation. Il faut donc s'attacher à découvrir la biodynamique directrice générale qui anime un squelette cranio-facial, puis tester sa mobilité suturale (et dépister les blocages à certains mouvements), et enfin observer les fonctions oro-faciales en activité avant de poser un diagnostic architectural et un pronostic d'évolution.

Chapitre 5

Incidences sur les fonctions oro-faciales et la morphogenèse faciale

• *Classiquement* les fonctions oro-faciales présentent une action certaine sur la morphogenèse : la **fonction influence la forme**. En effet il a été longuement démontré que les fonctions de mastication, déglutition, respiration, élocution, mimique, ont une action sur la morphogenèse faciale et ceci explique la fréquence particulière des anomalies mandibulaires et dento-alvéolaires secondaires à des troubles du comportement lingual et plus généralement oro-labial, ou à des habitudes néfastes (succion d'un doigt, d'une tétine...). Les muscles qui travaillent le plus se développent davantage et les expressions qui se répètent très souvent finissent par demeurer chez le sujet, même quand le visage est au repos ; enfin, les mouvements des muscles provoquent les rides, les bosses, les creux, autrement dit le modelé du visage.

Il faut ainsi faire une très grande place aux remaniements périostés dus à cette action musculaire (apposition et résorption) à la périphérie de chaque pièce squelettique, qui modifient la forme et le volume de celle-ci.

Enlow a bien précisé ces activités du périoste, activités qui résultent essentiellement des conditions fonctionnelles supportées par la pièce squelettique (il existe une migration du système muscle-périoste, modifiant la longueur et la forme de la pièce squelettique).

De plus « le tissu osseux réagit aux sollicitations mécaniques qu'on lui impose (compression, extension, flexion) en s'organisant d'une façon particulière : il s'autostructure selon les lois de la résistance des matériaux. L'ostéo-architectonique est ainsi le reflet constant de la fonction dont l'os est le support et le muscle moteur (loi de Wolff). Structure et fonction sont indissociables » (G. Couly).

Aspect biodynamique du couple *Forme-Fonction*. Prenons l'exemple de la détermination du muscle sterno-cléido-mastoïdien sur l'asymétrie cranio-faciale ; sans aborder le grand chapitre des asymétries crâniennes et faciales, évoquons ici l'action du muscle sterno-cléido-mastoïdien : tendu de la région sterno-claviculaire en bas à la région occipito-mastoïdienne en haut. Essentiellement il présente un chef cléido-mastoïdien, et un chef sterno-mastoïdien (sa contraction unilatérale provoque une flexion et rotation céphalique opposée) :

— Si le chef mastoïdien, s'insérant sur l'apophyse mastoïde du temporal, se contracte unilatéralement, il entraîne une descente et rotation interne du temporal.

— Si, pour une raison organique, cette contraction unilatérale persiste, la synchondrose sphéno-occipitale va être soumise à une torsion : *du côté lésé* le temporal est en rotation interne, l'arcade zygomatique en retrait, et le maxillaire en rotation interne (effacement de la pommette de ce côté) ; *du côté sain* le temporal va d'autant plus se mettre en rotation externe que la synchondrose sphéno-occipitale va se tordre. Il résulte un signe du pavillon et une frontalisation de l'apophyse orbitaire externe.

Au total, une asymétrie faciale s'installe en même temps que la torsion de la synchondrose sphéno-occipitale.

• Les positions adoptées dans l'espace par les pièces squelettiques en équilibre sous le jeu des membranes de tension réciproque, conditionnent les fonctions musculaires et réalisent une « matrice fonctionnelle » (Björk), laquelle va, à son tour, influencer la croissance dans la même direction : **la forme influence la fonction.**

1er exemple

Soit *le muscle temporal* : aplati en éventail, il occupe la fosse temporale et converge vers l'apophyse coronoïde de la mandibule. Ses faisceaux postérieurs horizontaux ramènent la mandibule en arrière ; ses faisceaux antérieurs élèvent la mandibule.

— En présence d'une architecture basale de type Classe II avec tableau d'extension, rotation interne du maxillaire et des temporaux, les relations occlusales avec distoclusion de l'arcade inférieure vont s'accompagner d'une mastication essentiellement molaire postérieure. Il y a mise en jeu préférentielle des fibres verticales du muscle temporal, qui compriment l'écaille temporale de dehors en dedans et entretiennent la rotation interne de l'os temporal.

— Devant une architecture basale de type Classe III avec retrait maxillaire et promandibulie relative, la mastication antérieure incisive met en jeu les fibres horizontales du muscle temporal, lesquelles tractent l'écaille temporale de l'arrière vers l'avant, accusant la rotation externe du temporal.

2e exemple

Grand nombre d'auteurs se sont déjà penchés sur les troubles fonctionnels entraînés par les dysmorphoses. Mais le retentissement respiratoire est un point impor-

tant (Chateau). Les « respirateurs buccaux » ont bien souvent des architectures faciales de type Classe II avec retrait mandibulaire, sans obstacle nasal ou pharyngé, et grand nombre d'entre eux présentent une endognathie maxillaire correspondant à une rotation interne des maxillaires.

Sur les clichés téléradiographiques bouche entrouverte, on constate l'absence de contact entre le dos du muscle lingual et le voile du palais. Dans ces tableaux en extension, l'équilibre haut situé craniopalatin objective bien l'ascension du palais dur en haut en arrière (puisque le maxillaire est en rotation interne). Les relations voile du palais — paroi postérieure du pharynx ne sont donc plus favorables à une respiration nasale.

Enfin devant ce type d'endognathie maxillaire, par rotation interne des maxillaires, les muscles buccinateurs vont être positionnés dans un nouvel équilibre biologique : ils sont en position de force pour fonctionner et entretiennent à leur tour l'endognathie maxillaire.

3ᵉ exemple

• Les membranes de tension réciproque endo-crâniennes qui équilibrent les pièces squelettiques vont mettre en tension les fascias exo-crâniens qui s'insèrent sur la base.

Nous ne décrirons pas tous les « tenseurs » de la base du crâne qui vont équilibrer le massif craniofacial sur la colonne cervicale (en particulier le système de la charnière cervico-occipitale ; le ligament pétro-sphénoïdal ; le ligament pétro-occipital ; le ligament pétro-sphéno-occipital ; le ligament carotidien ; l'ensemble des ligaments de l'articulation temporomandibulaire ; l'aponévrose interptérygoïdienne ; etc.).

Nous insisterons essentiellement sur le positionnement du tractus thyréoglosse et donc du massif lingual par rapport à la colonne cervicale.

Le pharynx réalise un conduit musculo-membraneux depuis la base du crâne jusqu'au bord inférieur de la 6ᵉ vertèbre cervicale. La ligne d'attache supérieure présente une partie moyenne et deux parties latérales (Rouvière).

La partie moyenne va d'une épine du sphénoïde à l'autre, et immédiatement en avant des orifices carotidiens. Les parties latérales obliques en avant et en dedans s'étendent le long de la gouttière tubaire ou sphénopétreuse, de l'épine du sphénoïde à l'extrémité supérieure de l'aile interne des apophyses ptérygoïdes.

Ainsi, l'aponévrose péripharyngienne est renforcée au voisinage et surtout au-dessous du péristaphylin externe par des faisceaux fibreux tendus de la base du crâne à l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde. Ces faisceaux forment le ligament tympano-ptérygo-maxillaire.

Ainsi la détermination de la croissance verticale de la face, secondaire à l'avancée et à l'abaissement des ATM, et à la descente de l'apophyse odontoïde, va s'accompagner de l'éloignement du massif lingual de la paroi pharyngée postérieure, de l'allongement de l'étage inférieur de la face.

Conjointement le « plafond » de la cavité buccale s'abaisse, le massif lingual descend dans le « plancher » buccal et le dysfonctionnement oro-lingual est obligatoire, entretenant à son tour la déformation primaire de la « boîte à langue ».

Le patient de *l'observation 9* (fig. 67) présente une flexion accentuée de la base avec mandibule en propulsion fonctionnelle ; rapprochement de la lumière pharyngée de l'arc antérieur de l'atlas ; abaissement de la voûte palatine et projection antérieure et basse de la langue.

Finalement la mandibule ouvre son angle entre ramus et corpus, et prend une direction de croissance du type rotation postérieure (Björk).

2

APPLICATION DE LA BIODYNAMIQUE CRANIENNE A L'ORTHODONTIE

Chapitre 6

Analyse architecturale et structurale

La biodynamique cranio-faciale se résume grossièrement ainsi : il existe une mobilité intrinsèque à chaque pièce squelettique de la voûte, de la base et de la face, en rapport avec une physiologie spécialisée des sutures crâniennes et faciales, grâce à laquelle l'ensemble du « puzzle » squelettique cranio-facial adopte une répartition spatiale, conjointement au long phénomène évolutif de flexion de la base du crâne. Il en résulte un équilibre architectural entre les différentes pièces squelettiques, sous le jeu des membranes de tension réciproque.

Si certains praticiens explorent la mobilité suturale par des tests manipulatifs, la recherche tridimensionnelle de l'équilibre architectural passe nécessairement par des constructions géométriques sur téléradiographies. Les analyses traditionnelles explorent malheureusement incomplètement l'équilibre « profond » des bases maxillo-mandibulaires. Ailleurs la complexité de certaines formules mathématiques ne peuvent que décourager le clinicien. Le mérite de l'analyse architecturale de Jean Delaire est d'objectiver et de quantifier les variations d'équilibre du sujet examiné par rapport à *l'équilibre idéal* qui aurait dû être le sien, et de dépister les *tableaux adaptatifs* des phénomènes de croissance.

Il faut craindre la biométrie dans le domaine analytique de la morphologie, tant sont importantes les variations individuelles chez l'homme moderne (comme chez les individus fossiles), et s'appuyer au contraire sur des réalités anatomo-physiologiques et leur « orientation » selon des points repères.

L'emploi systématique en clinique journalière de l'analyse architecturale est chose facile. Son tracé est une démarche rapide qui apporte les éléments diagnostiques de la dysmorphose, et donne d'emblée les principes thérapeutiques. Jusqu'à ce jour, il n'est utilisé que par les chirurgiens maxillo-faciaux. Les nombreuses observations orthodontiques ici développées présentent pour l'étudiant, certes la construction, mais surtout « l'interprétation » des lignes crâniennes et cranio-faciales. Enfin, j'ajouterai que tous mes patients orthodontiques regardent en même temps que moi leur analyse (que je trace devant eux en quelque vingt minutes, v. fig. 43) et comprennent d'autant mieux les principes de leur traitement qu'ils peuvent juger le déséquilibre de leur dysmorphose.

« Le bon rangement des dents, leur bonne orientation, et donc une bonne occlusion, ne sont possibles que si les bases osseuses qui supportent les arcades alvéolo-dentaires ont elles-mêmes de bons rapports réciproques.

Ainsi s'expliquent certaines difficultés thérapeutiques orthodontiques et chirurgicales, malgré la qualité des techniques actuelles. Apprécier aussi exactement que possible, avant traitement, pendant, et après celui-ci, l'équilibre squelettique (« profond ») des bases maxillo-mandibulaires est donc une des conditions essentielles du succès thérapeutique en orthodontie et chirurgie » (Jean Delaire).

L'analyse comporte deux temps successifs bien distincts :

a) Le tracé des lignes « d'équilibre » cranio-faciales permettant d'objectiver et de quantifier les variations d'équilibre du sujet examiné, par rapport à l'équilibre « normal » qui aurait dû être le sien : *analyse architecturale.*

b) L'étude, directement sur la téléradiographie de profil, de l'état :
— des « structures osseuses » : dimensions, degré d'ossification, état des travées osseuses, contours externes, etc. ;
— des tissus mous avoisinants (superficiels et profonds) : « structures molles » : *étude structurale.*

Les références bibliographiques permettent l'apprentissage du repérage des points et la construction des quatre lignes crâniennes (C1 à C4) et huit lignes cranio-faciales (CF1 à CF8) (fig. 42, 43, 44). Les observations qui suivent vont essayer de mettre en valeur « l'interprétation » biodynamique de l'analyse.

Il est impossible de donner des « normes » dans la mesure des angles ou des segments. En effet cette analyse ne cherche pas à déterminer la « normalité » que le sujet examiné devrait présenter. Elle montre :

❑ *L'équilibre architectural de la base, de la voûte*

Le degré de fermeture de l'angle sphénoïdal, comparé au degré d'ouverture de l'angle antérieur de la base C1/C3, renseignent avec la structure du clivus et de la synchondrose sphéno-occipitale, sur la biody-

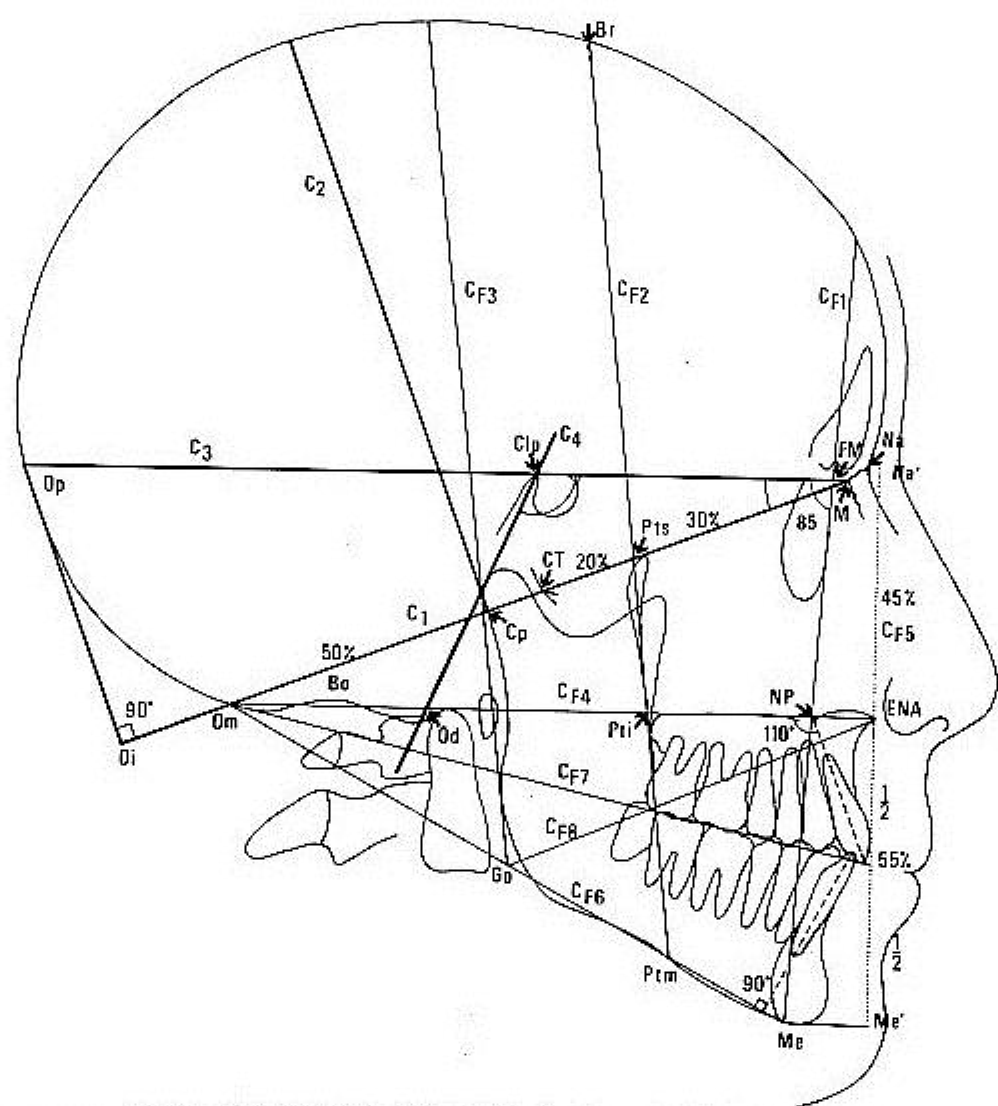


Fig. 42. — Équilibre facial « idéal ». Analyse architecturale (D'après J. Delaire).

• *Analyse crânienne :*

° points de référence :

M (de Enlow) situé à la jonction des sutures fronto-nasale et maxillo-nasale.

CT : point condylien temporal.

C1P : point clinoïdien postérieur.

Br : Bregma.

Oi : point occipital inférieur.

Bo : point Bolton.

Om : point occipito-manducateur.

Od : point odontoïdien.

° Lignes crâniennes :

C1 : ligne de base cranio-faciale.

C2 : hauteur de la voûte.

C3 : ligne « supérieure » de la base du crâne.

C4 : pente basilaire.

• *Analyse faciale :*

– de l'équilibre antéro-postérieur de la face :

CF1 ligne « antérieure » d'équilibre de la face (tracée depuis FM, point fronto-maxillaire).

CF2 ligne « moyenne » d'équilibre : joint Br au point ptérygoïdien supérieur Pts (ou très sensiblement le cc point de Ricketts). Elle passe par l'extrémité inférieure de la fente sphéno-maxillaire et coupe le milieu du bord basilaire de la mandibule Ptm.

CF3 ligne « postérieure » d'équilibre de la face. Tracée parallèle à CF2 par Cp (point condylien postérieur).

– de l'équilibre vertical de la face :

CF4 ligne cranio-palatine : tracée parallèlement à C3 depuis ENA (épine nasale antérieure).

CF5 ligne d'équilibre facial vertical antérieur : tracée perpendiculairement à CF4 par ENA.

CF6 ligne occipito-mandibulaire : tracée à partir de Met, elle affleure l'écaille occipitale.

CF7 ligne occipito-occlusale.

CF8 ligne d'équilibre de l'angle mandibulaire : tracée parallèle à C1 depuis ENA.

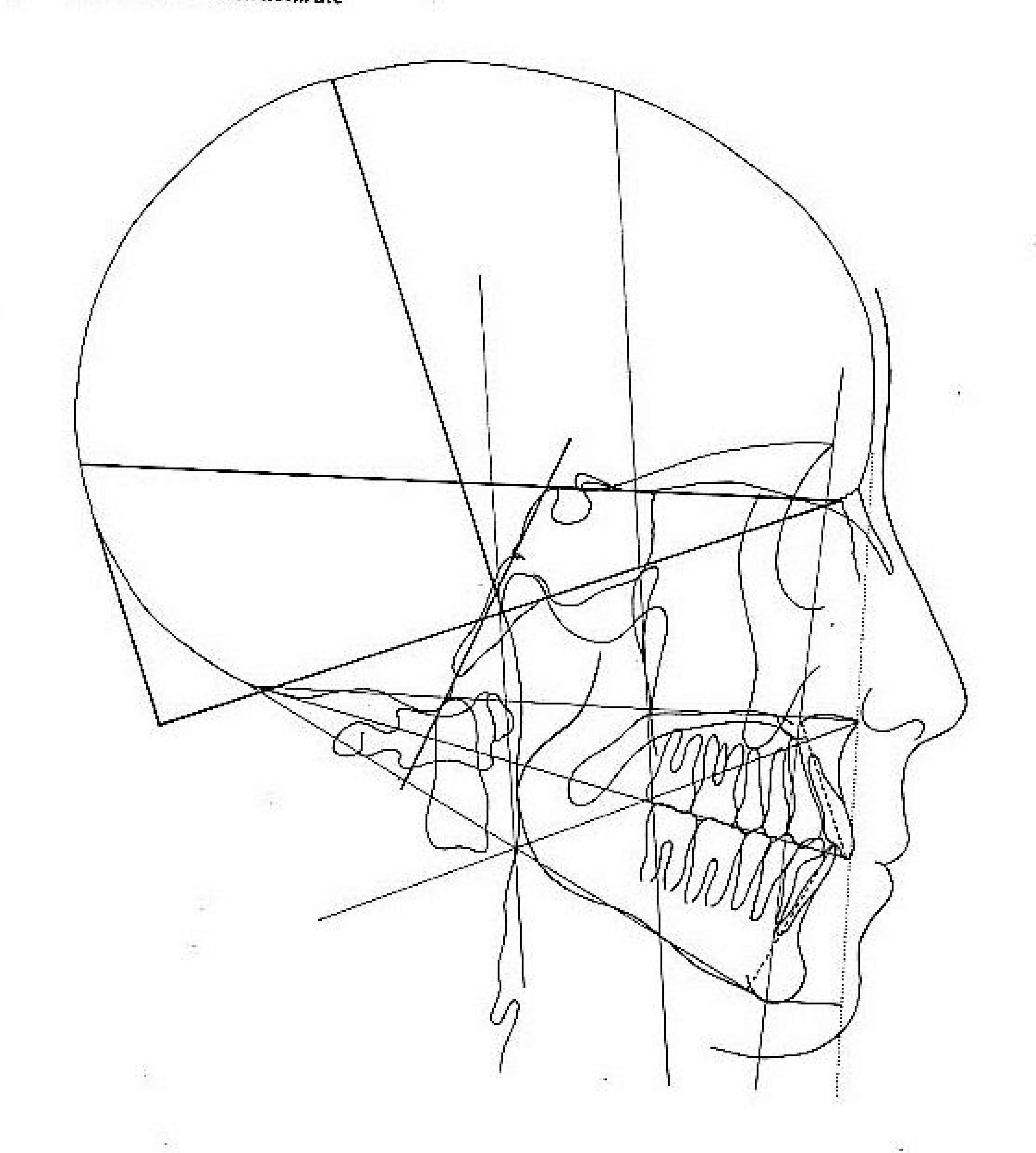


Fig. 43. — Analyse architecturale et structurale (D'après J. Delaire).

Tracé habituel des structures osseuses et structures molles, des lignes d'équilibre crâniennes et cranio-faciales.

a) Ici l'équilibre facial antérieur CF1 est tracé à 85° (65° + 20°). Le pilier maxillaire antérieur est dans ce cas confondu avec CF1 (mais CF1 peut varier en fonction de l'angle antérieur de la base C1-C3, et donc du type de profil cis ou transfrontal).

Le pilier maxillaire antérieur passe par Np (orifice d'entrée du canal nasopalatin) et son prolongement coupe l'apex de l'incisive centrale inférieure et le point menton osseux Me, si la face est équilibrée.

En résumé : si l'architecture faciale est équilibrée, CF1 et le pilier maxillaire sont confondus. Si la dysmorphose est équilibrée, maxillaire et mandibule fonctionnent en équilibre (pilier maxillaire antérieur prolongé passe bien par apex des incisives inférieures et point menton), mais ce pilier peut être en discordance avant l'équilibre facial antérieur idéal (CF1) calculé d'après la base antérieure du crâne.

Enfin, si la dysmorphose n'est pas équilibrée, l'alignement des points FM - Np - Me n'est plus respecté, et l'on se réfère à CF1 pour juger si c'est le maxillaire et/ou la mandibule qui est en mauvaise position.

b) Par rapport à l'équilibre idéal cranio-palatin CF4 (tracée parallèlement à C3), l'orientation de la charnière cranio-cervicale et du palais secondaire est variable. D'un tableau d'extension avec occiput, odontoïde et palais postérieur, situés au-dessus de CF4, on observe, lors de la fermeture de l'angle sphénoïdal, une descente de ces éléments en dessous de CF4. Ainsi je trace toujours la ligne réelle passant sensiblement par ENA - Pti - odontoïde - occiput, et la compare à CF4. Il arrive cependant que cet alignement soit rompu : soit par anomalie de la charnière cranio-cervicale, soit par variations d'angulation du prémaxillaire par rapport au plan palatin secondaire (il faut dans ce cas estimer une correction pour l'emplacement de ENA, de Pti, v. *Observation 1*, fig. 50).

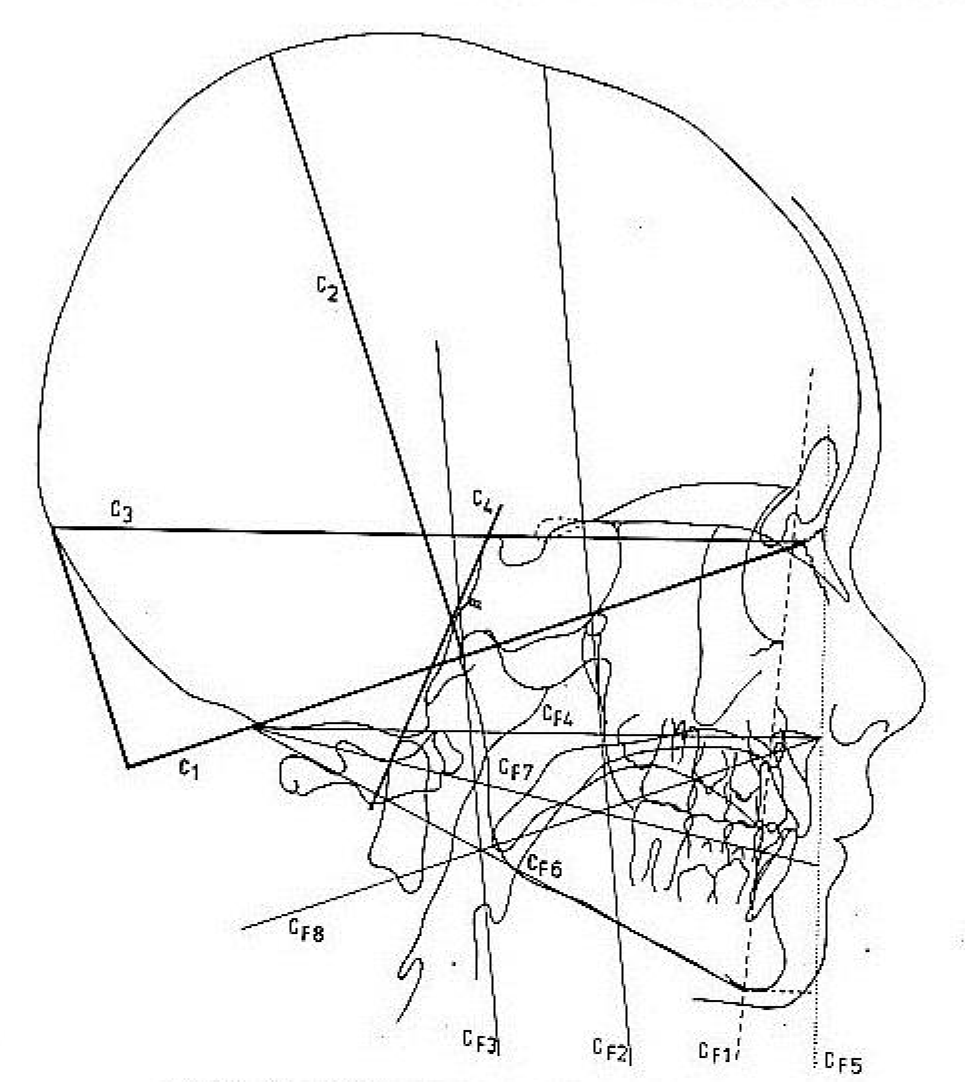


Fig. 44. – Type d'équilibre architectural chez une fille de 9 ans.

namique du tableau et sur le degré de flexion de la base.

Si l'équilibre cranio-palatin concorde (orientation de cet équilibre par rapport à la ligne supérieure de base du crâne C3) avec la ligne d'équilibre idéale CF4, nous sommes en présence d'une architecture crânienne harmonieuse, prédisposition idéale à une architecture faciale harmonieuse.

Si l'équilibre cranio-palatin ascensionne au-dessus de CF4, nous entrons dans un tableau architectural en **extension** où la croissance faciale sera **prédominante** dans le sens antéro-postérieur (face profonde), insuffisante dans le sens vertical (face courte verticalement ou croissance insuffisante de l'étage inférieur de la face).

Si l'équilibre cranio-palatin descend en dessous de CF4, nous sommes en présence d'un tableau en **flexion** déjà bien avancée : la croissance faciale antéro-postérieure (étage maxillaire) va ralentir et devenir insuffisante par rapport à la croissance mandibulaire (activitée+++) ; la croissance verticale va s'accélérer pour devenir excessive à l'étage inférieur de la face.

☐ *L'équilibre facial du sujet examiné par rapport à sa « prédisposition » basale crânienne*

a) Si l'architecture est harmonieuse, le pilier maxillaire antérieur va s'aligner sur CF1 (sur l'équilibre cranio-facial idéal auquel prédispose l'ouverture de l'angle antérieur C1/C3) ; en sachant que le sujet peut être aussi bien équilibré en transfrontal qu'en cisfrontal : tout dépend de sa biodynamique cranio-faciale. Si classiquement, dans l'enfance, l'angle cranio-maxillaire augmente progressivement et atteint habituellement environ 85°, ces normes doivent être revues et corrigées en fonction de l'équilibre dynamique du temporal : la ligne de base cranio-faciale C1 rejoint le point

M de Enlow au point condylien temporal CT situé à la partie postéro-inférieure du condyle temporal. Cette ligne C1 matérialise donc avec C3 (ligne supérieure de la base du crâne) la position verticale du temporal : plus l'angle augmente, plus l'ATM descend (et en même temps avance), et plus la bascule antérieure maxillaire est relativement grande (je dis relativement et idéalement par rapport à la base supérieure du crâne).

En considérant les données suivantes :

— d'une part, durant la croissance, l'angle antérieur de la base *varie* (ses variations témoignent de la biodynamique) ;

— d'autre part, l'angle entre la base (C1) et le pilier maxillaire est *constant* aux environs de 65° (cet angle est assimilable à l'angle basion-nasion-point A : les variations de cet angle sont très petites durant la croissance en dehors de tout traitement — Ricketts, 1975 ; Brodie, 1951 ; Björk, 1946 —) j'« estime » idéalement donner un équilibre facial antérieur (CF1) à 65° + la valeur de l'angle C1/C3.

Ainsi si on considère qu'à un angle C1/C3 = 20° correspond CF1 de 85°, à un angle C1/C3 = 22° correspondrait CF1 à 87°, à un angle C1/C3 = 19° correspondrait CF1 à 84°.

b) La mandibule se positionne :

— dans le sens antéro-postérieur, sous le maxillaire : c'est l'équilibre du pilier antérieur de la face et du menton ;

— dans le sens vertical : le niveau du palais osseux, le plan occlusal, et la symphyse mentonnière s'équilibrent dans l'étage inférieur de la face ;

— dans le sens transversal : l'examen clinique confirme cet équilibre, en sachant qu'une incidence téléradiographique basale (Hirtz) devrait être aussi souvent pratiquée que l'incidence de profil.

Chapitre 7

Évolution de la dysmorphose

En présence d'un tableau typique de Classe III ou Classe II, il faut savoir **comment** la dysmorphose a déjà évolué.

Tableaux en flexion et Classes III

☐ *Observation 1* (Sandra, 9 ans 6 mois) (fig. 45 à 50).

C'est une catastrophe... sur le plan occlusal, mais c'est une merveilleuse démonstration clinique des phénomènes de croissance sur une base hyperfléchie. Ce tableau de flexion groupe le maximum de signes évocateurs.

• *L'examen du visage* : le front est vertical ; la face triangulaire avec large diamètre bizygomatique, menton pointu en avant. Le signe du pavillon est typique. De profil l'implantation des oreilles est très basse, le champ facial nasion - tragus très raccourci.

• *A l'examen bucco-dentaire*, la forme de l'arcade supérieure reflète l'écart des tubérosités maxillaires (grand diamètre intermolaire) ; l'absence de croissance du secteur prémaxillaire (avec diastèmes largement insuffisants pour la mise en place des incisives latérales supérieures) ; une voûte palatine très plate. En revanche, à l'arcade inférieure, il n'y a pas de dysharmonie dentaire ; l'éruption incisivo-canine pose peu de problèmes : l'arcade est allongée en « U ». Il y a mésioclusion molaire et canine inférieure de type Classe III d'Angle.

• *L'analyse architecturale* rend bien compte de *l'adaptation* des pièces squelettiques maxillo-mandibulaires à l'équilibre basal.

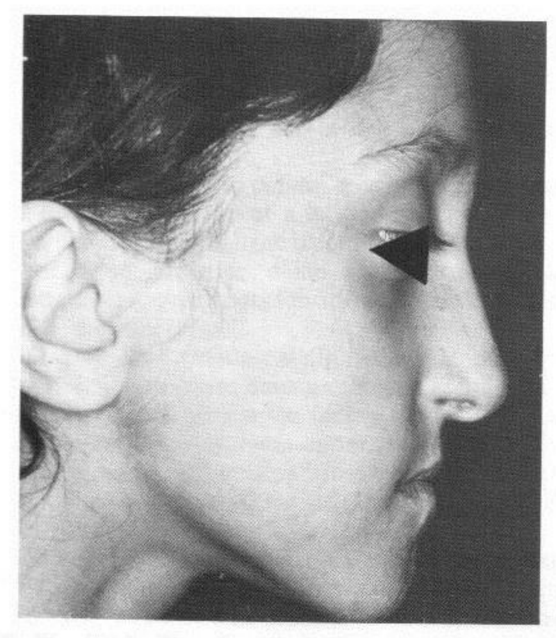


Fig. 45. – Sandra (9 ans 6 mois). Architecture en flexion. Profil.



Fig. 46. – Sandra (9 ans 6 mois). Architecture en flexion. Face.

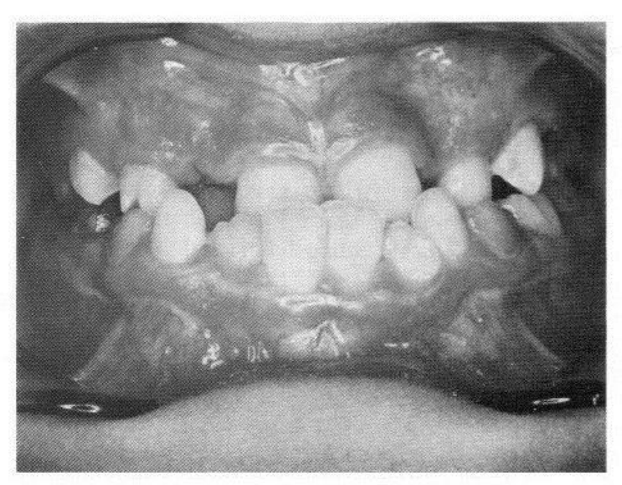


Fig. 47. – Occlusion de face.

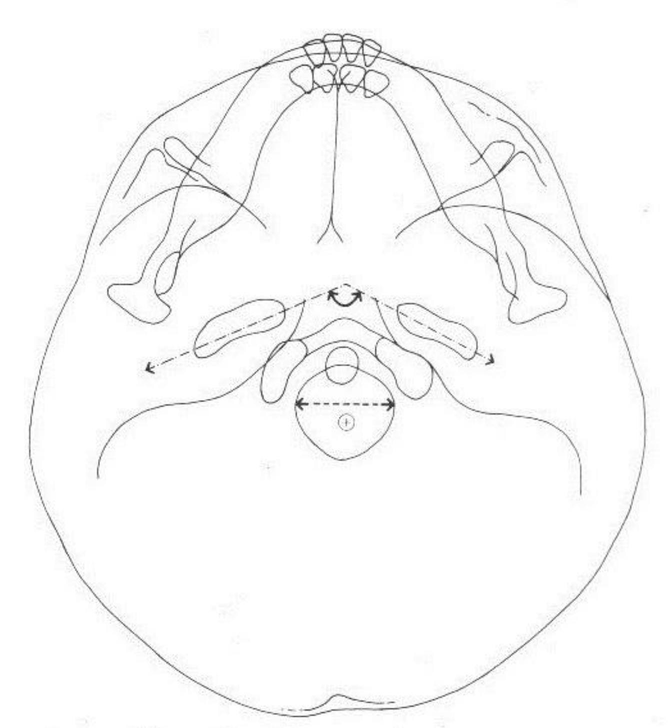


Fig. 48. – **Observation 1** *(Sandra, 9 ans 6 mois). L'incidence de Hirtz montre « l'ovalisation » de la base avec ouverture postérieure de l'angle entre les pyramides pétreuses, l'allongement du diamètre transversal et le raccourcissement du diamètre antéro-postérieur du trou occipital.*

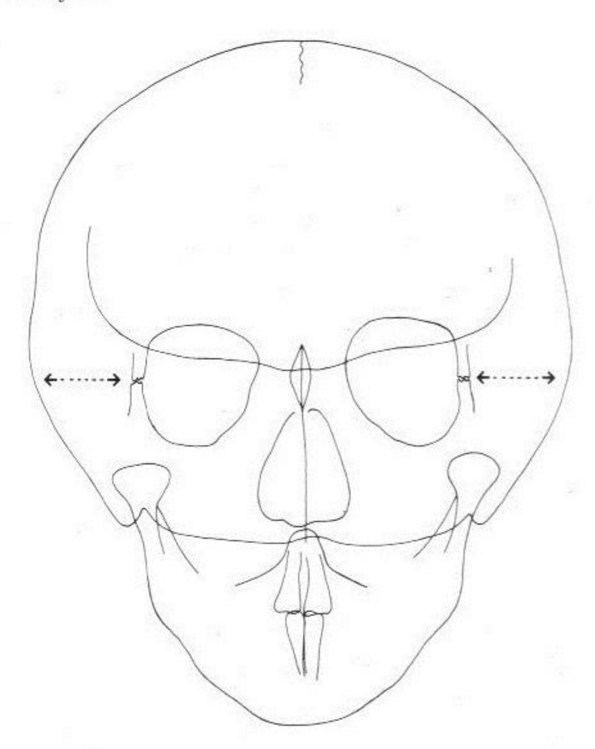


Fig. 49. – **Observation 1** *(Sandra, 9 ans 6 mois). Incidence de face : important débord des fosses temporales.*

Analyse des lignes crâniennes

La ligne de base cranio-faciale C1 : raccourcissement du champ cranio-facial (point M de Enlow - au point CT condylien temporal) au profit de l'allongement du champ cranio-rachidien. Donc projection en avant du milieu de C1 de l'articulation temporo-mandibulaire. Conjointement on observe :

– sur l'incidence de Hirtz une ouverture postérieure de l'angle interpyramides pétreuses du temporal ;

– une fermeture de l'angle sphénoïdal à 108° ;

ces valeurs témoignent d'une activité en flexion avancée de la synchondrose sphéno-occipitale. D'emblée l'allure générale de la voûte montre bien la bascule de l'écaille de l'occipital très basse, la fuite du frontal en haut en arrière, et l'élévation de la voûte pariétale.

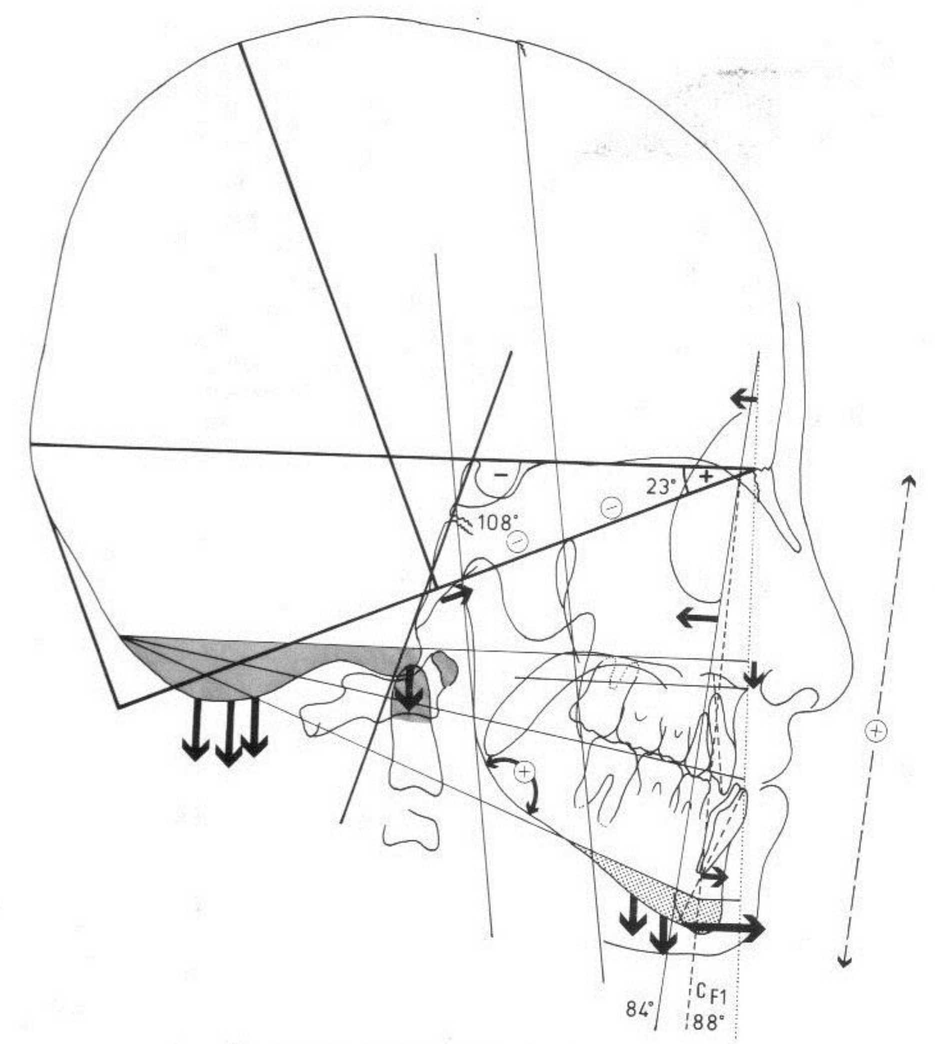


Fig. 50. – Observation 1 (Sandra, 9 ans 6 mois).
Tableau type de flexion.

On remarque également :

– le petit « champ » du nasion : l'articulation naso-fronto-maxillaire est « courte » ;

– l'angle antérieur de la base (entre C1 et C3 ou ligne supérieure de la base) largement ouvert à 23° : témoin de la descente des articulations temporo-mandibulaires.

Au total : sans avoir regardé l'occlusion, on suspecte déjà un tableau de flexion avec projection antéro-externe des pyramides pétreuses sous la montée du basi-occipital (en rotation anti-horaire) et mise en rotation externe des temporaux. Donc prédisposition basale à la promandibulie. Quelle position devrait adopter le maxillaire : a priori la poussée temporale doit le bloquer en rotation externe et activer sa bascule antérieure (on pourrait admettre facilement un équilibre transfrontal, compte tenu de l'ouverture de l'angle C1-C3, et idéaliser une ligne cranio-faciale CF1 à 88°). Mais cette rotation externe risque d'être « dépassée » par l'avancée mandibulaire, et c'est ce que nous allons voir.

Analyse des lignes cranio-faciales

– D'emblée l'équilibre cranio-palatin (par rapport à CF4) confirme le tableau en flexion (descente de l'écaille occipitale et de l'odontoïde). Si je trace CF4 parallèle à C3, mais quelques millimètres au-dessus de l'épine nasale antérieure (ENA), c'est pour mieux objectiver la descente du prémaxillaire dans la rotation externe des maxillaires. Non seulement ENA se met en retrait (sa situation sur la perpendiculaire CF5 le confirme en passant loin en arrière du nasion), mais elle descend.

— Le pilier maxillaire antérieur : mené depuis le point fronto-maxillaire FM, il passe par le versant antérieur de l'orifice d'entrée du canal naso-palatin.

Sa bascule par rapport à la ligne supérieure de base C3 est de 84°. Par rapport à l'équilibre cranio-facial antérieur qu'il aurait pu avoir (CF1 possible à 88°), il s'agit d'une grande rétromaxillie.

Son prolongement passe nettement en arrière de l'apex des incisives inférieures, et du point menton osseux (Me : point de rencontre de la courbure postérieure de la symphyse et du bord basilaire de la mandibule). La dysmorphose n'est donc pas équilibrée.

— S'agit-il d'une simple propulsion mandibulaire fonctionnelle ? Non, car le ramus se projette bien le long de CF3 ; car CF2 menée depuis le bregma passant par le point ptérygoïdien supérieur Pts coupe le bord basilaire du corpus en arrière de son milieu.

Enfin la promandibulie est partiellement compensée par une ouverture de l'angle mandibulaire et un abaissement de la symphyse mentonnière (débord par rapport à CF6), et par une linguoversion incisive inférieure. Il y a excès vertical de l'étage inférieur de la face.

Conclusion

• Il s'agit d'une *rétromaxillie* grave, avec rétroalvéolie incisive supérieure (CF5 passe nettement en avant des incisives supérieures malgré déjà un retrait de ENA), et linguoversion incisive supérieure par rapport au plan bispinal, du fait de l'articulé incisif inversé.

• Il y a une *promandibulie relative* : « promandibulie » et non pas prognathie mandibulaire, car la mandibule est « positionnée » (évidemment on peut parler plus tard de « prognathie » mandibulaire puisque la croissance condylienne aura été activée par la mastication antérieure incisive, et qu'on aura secondairement un allongement anatomique du corpus ou du ramus, particularité de la croissance du cartilage condylien). Promandibulie « relative » : relative à un retrait du maxillaire.

• Devant une telle biodynamique cranio-faciale génératrice d'une aussi mauvaise morphogenèse, on doit s'alarmer et mettre tout en œuvre pour rediriger la croissance dans une autre direction.

☐ *Observation 3* (Lylian, 7 ans) (fig. 51 et 52).

L'architecture ici est comparable à celle de Sandra. Aucun doute possible : il s'agit d'un tableau de flexion, avec important abaissement de l'écaille occipitale, fermeture très avancée de l'angle sphénoïdal à 107° et projection antéro-latérale des cavités glénoïdes.

Cette prédisposition basale à la promandibulie s'accompagne elle aussi d'un arrêt de bascule antérieure du maxillaire en hyper-rotation externe. La rétromaxillie est considérable (pilier maxillaire antérieur à 83° sur C3, par rapport à l'équilibre idéal CF1 admissible à 88° compte tenu de l'ouverture de l'angle antérieur de la base à 23°). L'angle mandibulaire est ouvert, le menton s'abaisse, il y a excès vertical de l'étage inférieur de la face. Ce patient sera revu plus loin après 10 mois de traitement.

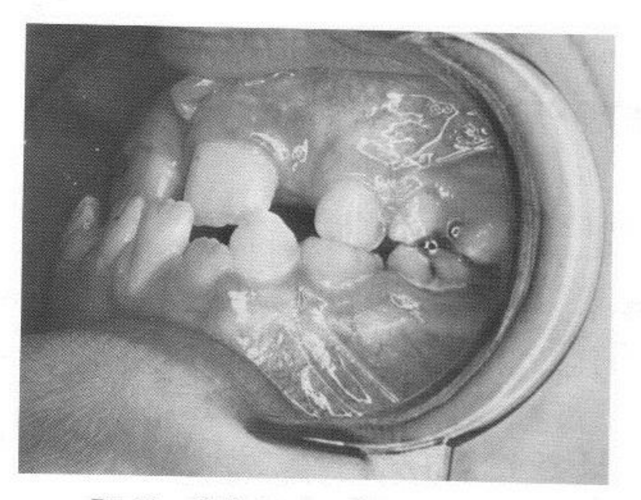


Fig. 51. — Occlusion de profil avant traitement.

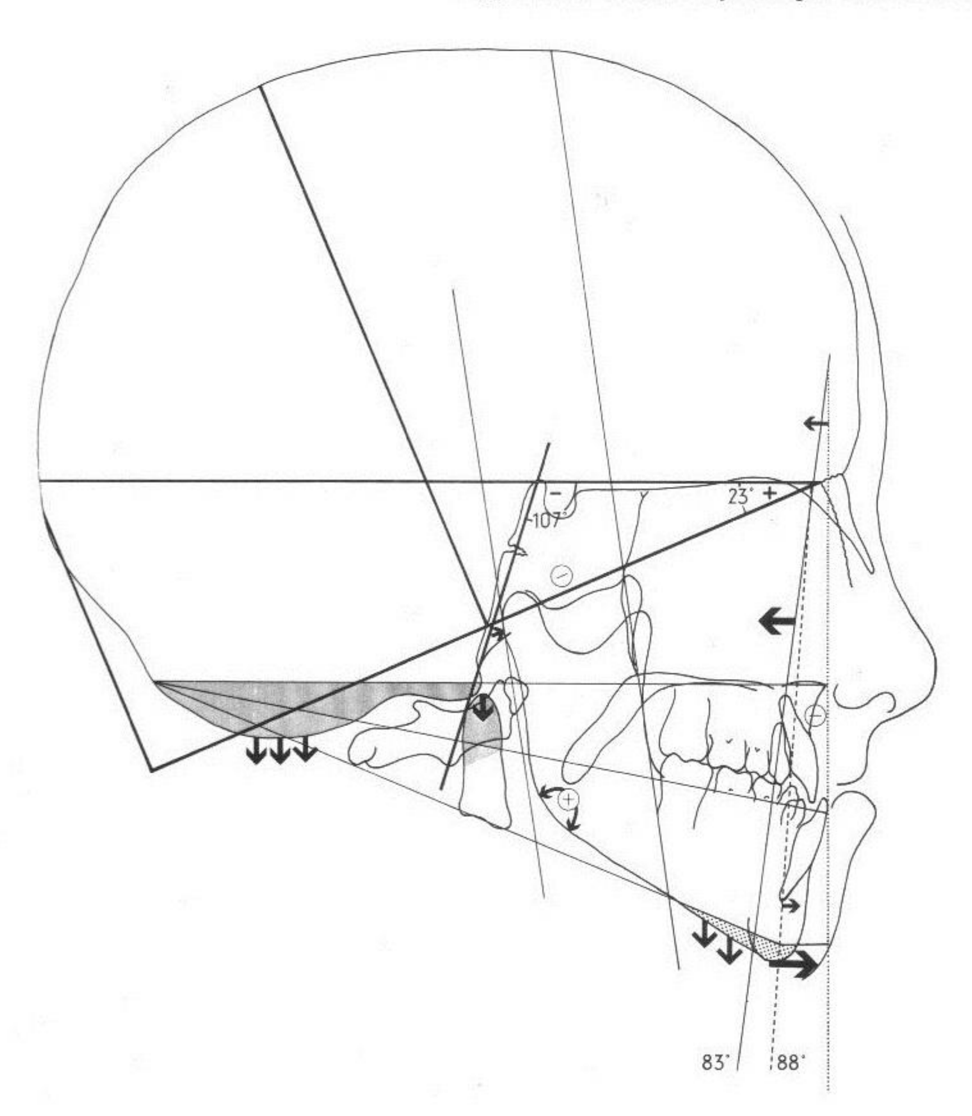


Fig. 52 – Observation 3 (Lylian, 7 ans 3 mois). Architecture en flexion.

Tableaux en extension et Classes II

Cliniquement, on est frappé par le morphotype différent des petits patients qui vont suivre. Leur architecture cranio-faciale est différente à l'évidence.

L'assimilation des phénomènes biomécaniques de flexion de la base du crâne ne doivent pas laisser sous-entendre dans l'appellation « extension » qu'il existe également des mouvements d'extension de la base du crâne. On doit comprendre : « base restée étendue » ou bien « flexion suspendue » ou bien encore « retard de mésialisation du trou occipital », cela pour souligner que la physiologie suturale, la biodynamique cranio-faciale évoluent toujours dans le même sens, mais à un degré moindre. On va utiliser souvent la terminologie suivante : temporal bloqué en rotation « interne », maxillaire en rotation « interne » : la pièce osseuse ne migre pas dans une direction opposée à celle observée dans la rotation externe, mais cette migration est insuffisante par rapport à la position terminale qu'elle aurait dû avoir. Il en résulte de nouveaux tableaux adaptatifs.

□ *Observation 4* (Charlotte, 10 ans) (fig. 53 à 56).

Il s'agit d'un exemple frappant de prédisposition basale avec base en **extension** et équilibre tel que l'insuffisance de bascule de l'écaille de l'occipital, avec insuffisance de mésialisation du trou occipital, n'ont pas sollicité la fermeture de l'angle sphénoïdal resté ouvert à 123°.

D'emblée on remarque ce visage allongé d'avant en arrière, étroit transversalement, et court verticalement. L'équilibre cranio-palatin est tel qu'il y a une position haute de l'écaille occipitale, du sommet de l'odontoïde et du palais secondaire. Conjointement l'ouverture de l'angle sphénoïdal à 123° et la projection reculée de l'ATM sur C1, avec allongement du champ cranio-facial, et



Fig. 53. – Charlotte, 10 ans. Visage profond en extension. Profil.

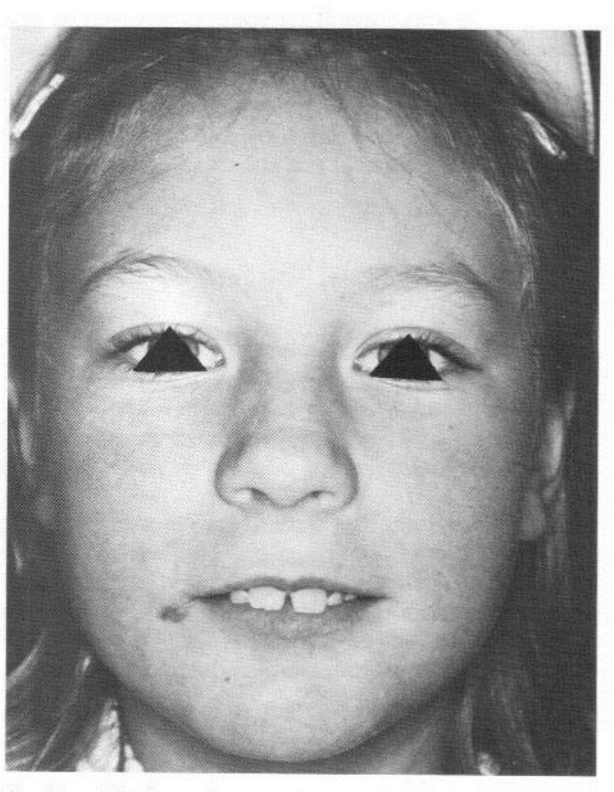


Fig. 54. – Charlotte, 10 ans. Visage profond en extension. Face.

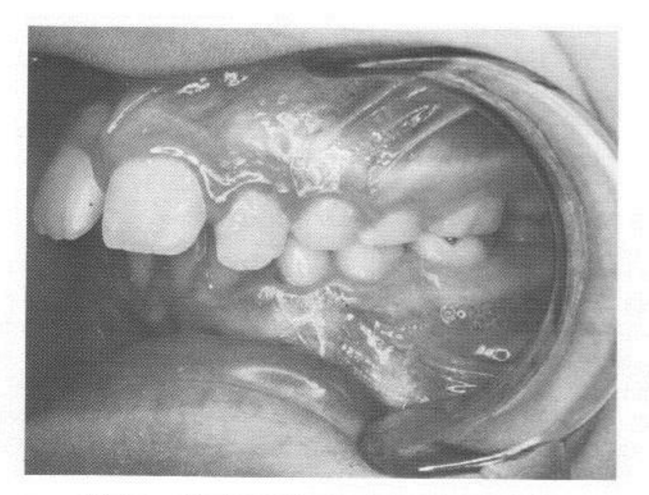


Fig. 55. – Charlotte, 10 ans. Vue occlusale gauche.

raccourcissement du champ cranio-rachidien, traduisent une fermeture postérieure de l'angle interrochers, avec biomécanique incomplète des os temporaux restés en rotation interne : l'écaille temporale demeure verticale et le diamètre interfosses temporales reste réduit ; les pyramides pétreuses ne s'écartent pas ; leur rotation autour de l'axe jugulaire est limitée et n'entraîne pas la descente des ATM (angle antérieur de la base fermé à 18°). Le massif lingual est bloqué en haut en arrière contre la paroi pharyngée, et la croissance verticale de l'étage inférieur de la face sera réduite (malgré la bascule fonctionnelle compensatrice du ramus par rapport à CF3). Enfin la biomécanique de l'os maxillaire va finir d'assurer le décalage antéro-postérieur maxillo-mandibulaire : les branches montantes maxillaires divergentes, sur la ligne médiane et non engrénées, migrent facilement sous le frontal (allongement du champ cranio-maxillaire et du nasion) :

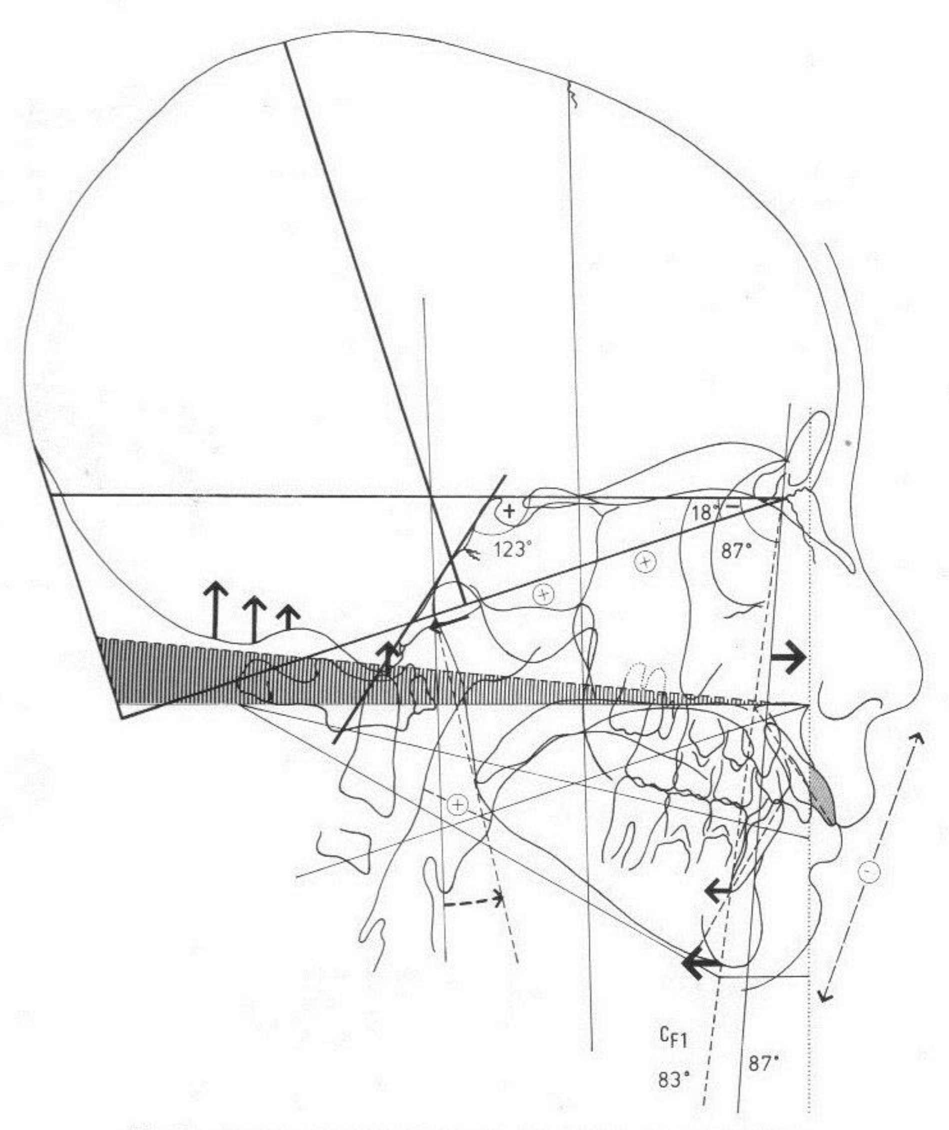


Fig. 56. – Observation 4 (Charlotte, 10 ans). Tableau type en extension.

— sous la poussée endocrânienne du cerveau (en avant du secteur précriblé) libéré de la contrainte du frontal lui-même « soulagé » par le relâchement de la faux du cerveau au niveau de son attache sur l'apophyse crista galli ;

— puis plus tard, sous la poussée de la capsule nasale qui relèvera les os propres du nez. De l'importance de la croissance de la capsule nasale, dépendra le degré de bascule antérieure du pilier maxillaire.

Ici il y a promaxillie, avec pilier maxillaire repérable à 87° (alors qu'on admettrait CF1 à 83°, compte tenu de la fermeture de l'angle antérieur de la base à 18°).

La « liberté » de la suture médio-incisive et de l'attache de l'épine nasale antérieure est un facteur indispensable au développement sur secteur prémaxillaire.

Enfin l'équilibre sphéno-ethmoïdo-frontal est tel que les apophyses ptérygoïdes ne subissent pas un écartement et une divergence suffisante : les tubérosités maxillaires regardent toujours en dedans, en arrière, et contribuent à ce que le mobile maxillaire reste en rotation interne, ce d'autant que les apophyses zygomatiques n'ont pas sollicité la frontalisation malaire à cause du retrait des temporaux (le diamètre bizygomatique est étroit ; la distance nasion-tragus s'allonge).

Conclusion

L'occlusion terminale montre la perte de concordance des arcades :

– *transversalement*, on tend vers une endognathie maxillaire, mais vers un écart transversal des branches montantes de la mandibule et vers une rétroalvéolie incisive inférieure ;

– *dans le sens antéro-postérieur*, il y a allongement de l'arcade supérieure en « U » et, exceptionnellement, difficulté de mise en place des incisives latérales supérieures, retrait de l'arcade inférieure ;

– *dans le sens vertical* : la voûte est haute ; la jonction palais dur - palais mou est haut située (avec ascension du niveau d'occlusion par rapport à CF7) ; bien souvent la perte de la dimension verticale s'accompagne d'une infraclusion molaire et d'une égression des incisives qui ne sont plus en fonction (supraclusion incisive).

□ *Observation 5* (Christophe, 12 ans) (fig. 57, 58 et 59).

Ce patient est adressé par un confrère orthodontiste après 2 ans de traitement « dentaire » multibagues (sans extraction). Malheureusement, le décalage antéro-postérieur type Classe II ne s'est pas amélioré et l'hémi-arcarde inférieure droite s'inscrit toujours en articulé inversé.

Cliniquement, cet enfant présente le même visage que le précédent, avec un allongement considérable du champ nasion-tragus, un retrait important du menton, et une diminution de l'étage inférieur de la face.

Le tracé de l'analyse architecturale objective d'emblée le déséquilibre profond basal. Essentiellement, on observe un retrait mandibulaire majeur (malgré une vestibuloversion incisive inférieure compensatrice considérable) et l'absence de croissance verticale de l'étage inférieur de la face, avec infraclusion molaire. A noter qu'ici la capsule nasale a toute liberté pour s'exprimer (avec relèvement des os propres du nez), tant sont tournés en rotation interne les mobiles maxillaires. On comprend mieux l'échec d'une thérapeutique purement alvéolo-dentaire.

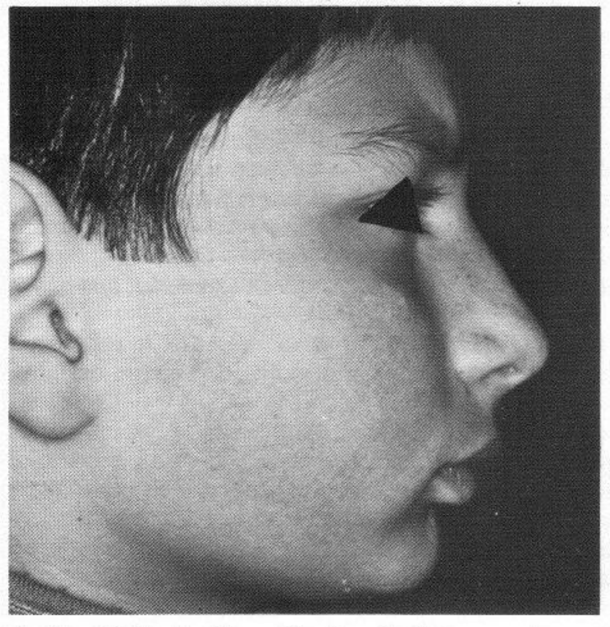


Fig. 57. – Christophe, 12 ans. Visage profond et raccourcissement vertical de l'étage inférieur de la face.

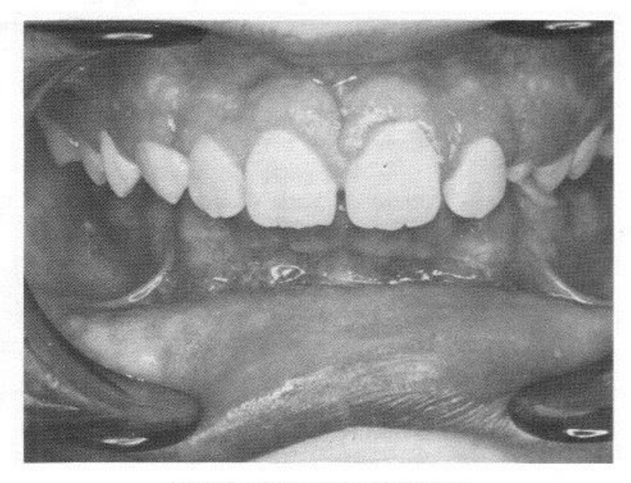


Fig. 58. – Vue occlusale de face.

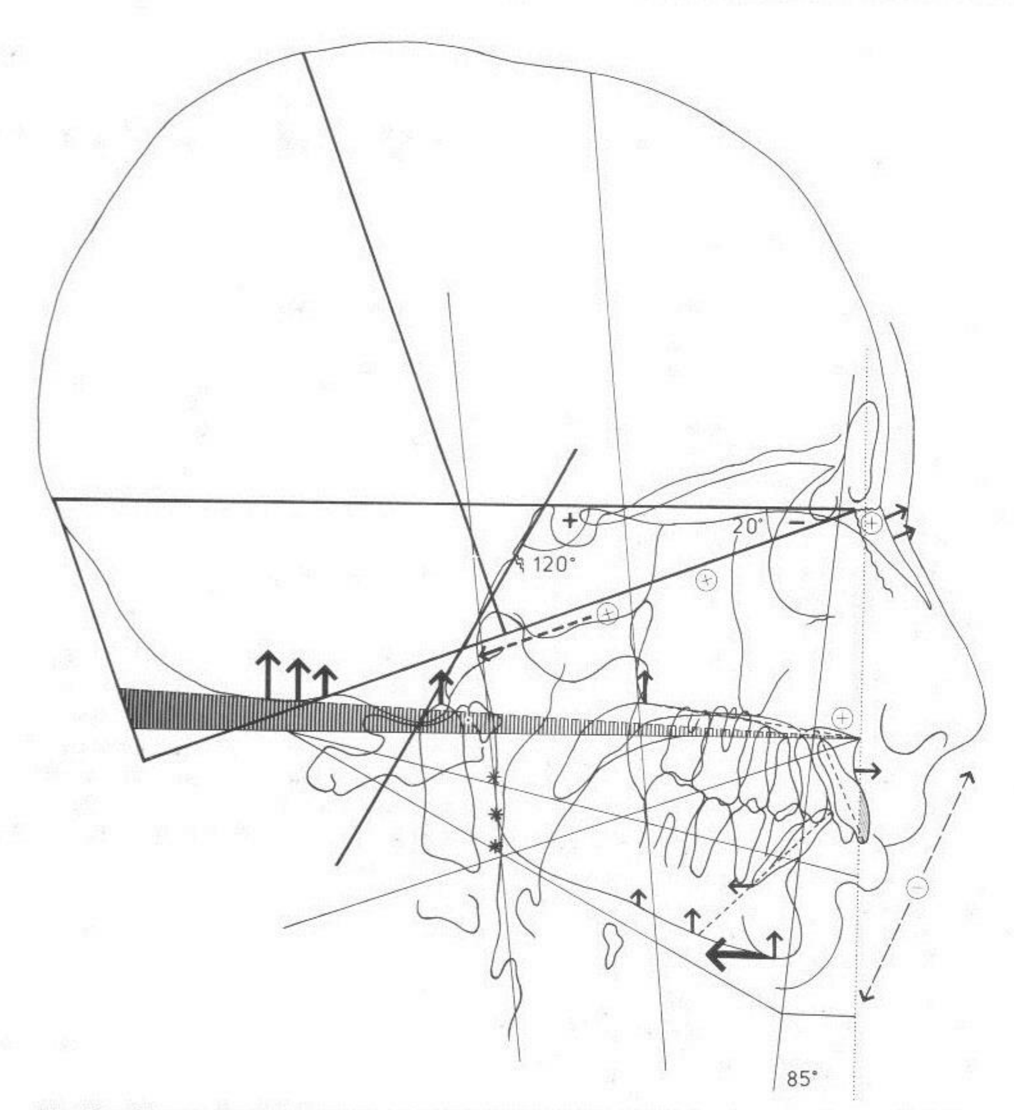


Fig. 59. – Observation 5 (Christophe, 12 ans). Prédisposition architecturale au retrait mandibulaire sur une base en extension.

Le retentissement des tableaux en extension sur les fonctions respiratoires et ORL

Le retentissement de ce tableau d'extension sur les fonctions oro-faciales ne se fait guère attendre : il semble que tout le tractus thyréoglosse soit « aspiré » en haut, en arrière ; les muscles buccinateurs sont en position d'hyperactivité. Les dysfonctionnements oro-faciaux entretiennent à leur tour la dysmorphose. La « matrice fonctionnelle » s'édifie, entraînant la croissance mandibulaire en rotation antérieure (selon Björk).

De nombreuses observations cliniques montrent qu'à ces tableaux dits en extension, *une pathologie ORL* est associée :

– soit perte de la respiration nasale ; il semble que la conformation osseuse, le rapprochement du voile du palais de la paroi postérieure du pharynx, et la déglutition primaire ou infantile, se conjuguent pour l'installation de la respiration buccale ;

– soit perturbation de la fonction de l'oreille interne (et otites). Si classiquement on associe facilement morphologie osseuse et fonction musculaire (par le complexe musculo-périosté), on associe difficilement biodynamique de l'os temporal et fonction de l'oreille interne. Et pourtant, de l'équilibre architectural du temporal avec les autres pièces squelettiques de la base, dépendent les rapports de la trompe auditive qui « ventile » l'oreille interne. On s'aperçoit que, dans le cas présent, la jonction trompe fibrocartilagineuse - protympanum modifie son angulation et la « lumière » du conduit se rétrécit. Il va de soi que les phénomènes biomécaniques ne sont pas seuls en cause dans l'étiopathogénie des otites séreuses, mais il est étonnant de constater la fréquence de ces dernières sur des tableaux en extension.

Chapitre 8

Diagnostic orthopédique

Pourquoi la dysmorphose évolue-t-elle ainsi ?

Étiopathogénie des tableaux en flexion ou en extension

Il est justifié de regretter que « beaucoup trop de praticiens soient encore esclaves de leurs valeurs céphalométriques angulaires ou de mesures mathématiques comparées à la moyenne, plutôt que de prendre le temps d'observer cliniquement leur patient et d'analyser les structures faciales profondes » (M. Langlade).

L'équilibre facial n'est possible qu'en présence de deux bases maxillaire et mandibulaire en équilibre de fonction → notion de couple fonctionnel. Cela sous-entend que le mobile maxillaire est en équilibre sur ses « fondations » sphéno-ethmoïdo-frontales ; que la mandibule est en équilibre sur ses « fondations » temporo-occipito-cervicales ; au total : que la synchondrose sphéno-occipitale joue bien le jeu des membranes de tension réciproque.

Les observations montrent bien la variabilité des phénomènes de croissance. Globalement, si l'évolution philogénétique commune passe par un long phénomène de flexion de la base du crâne qui doit aboutir à une architecture cranio-faciale équilibrée et à une normoclusion, tantôt ce phénomène est excessif et détermine l'apparition d'un *tableau d'hyperflexion* avec promandibulie et retrait de l'étage supérieur de la face, tantôt ce phénomène est insuffisant et à l'origine d'un *tableau d'extension* avec retrait mandibulaire et promaxillie.

Il est très hasardeux de vouloir expliquer ces deux tendances. A noter que l'analyse architecturale a le mérite de les mettre en évidence *très tôt* dès la petite enfance.

Mais quel est le « moteur » à l'origine de tel type d'évolution ?

Certains auteurs désignent la synchondrose sphéno-occipitale comme l'élément déterminant de l'évolution. D'autres n'y trouvent que la résultante ou l'adaptation à une lésion suturale primaire.

□ *Selon Sutherland*

Selon Sutherland, la synchondrose sphéno-occipitale est le point de départ. Ainsi, si elle bouge plus facilement en flexion, et résiste plus à l'extension, il s'agit d'une « lésion de flexion ».

□ *Selon Langlade*

« La forme de la symphyse sphénoïdale est un signe structural de la tendance de croissance... ».

Nous allons voir que l'étude biodynamique de la synchondrose sphéno-occipitale concorde avec l'étude « statistique » de R. Droel et R. Isaacson sur les rapports entre position de la cavité glénoïde et selle turcique (en image radiologique) : (tableau 1, fig. 60, tableau 2, fig. 61).

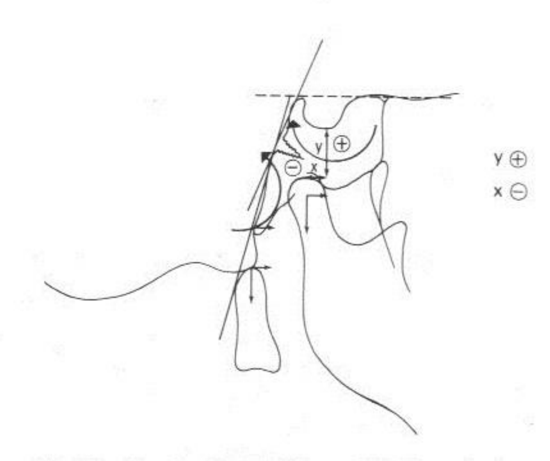


Fig. 60. – Synchondrose sphéno-occipitale en flexion.

Tableau 1. – **Évolution en Classe III** (fig. 60).

- *Sur le plan biodynamique :* tendance à la flexion de la synchondrose sphéno-occipitale.
  - Projection antéro-externe de la pyramide pétreuse (avancée de l'ATM).
  - Rotation externe du temporal (descente de l'ATM).
  - Fermeture progressive de l'angle sphénoïdal avec « clivus court ».
  - Libération de croissance verticale de la face.
- *Selon Droel et Isaacson* (en image radiologique – d'après M. Langlade) :
  y augmente = distance verticale du milieu de la cavité glénoïde, au point S.
  x diminue = distance horizontale du milieu glénoïde, au point S.

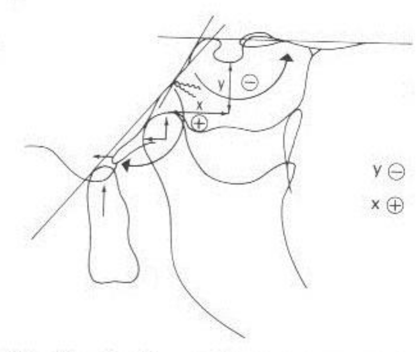


Fig. 61. – Synchondrose sphéno-occipitale en extension.

Tableau 2. – **Évolution en classe II** (fig. 61).

• *Sur le plan biodynamique* : – Tendance à l'ouverture de la synchondrose sphéno-occipitale. – Peu de migration antérieure de la pyramide pétreuse (peu d'avancée de la cavité glénoïde). – Rotation interne du temporal (ATM en position haute). – Angle sphénoïdal resté ouvert et « clivus long ». – Diminution de croissance verticale de la face. • *Selon Droel et Isaacson* (en image radiologique – d'après M. Langlade) : *y* diminue *x* augmente

□ *Selon Upledger*

« Il est très rare qu'une anomalie dans la mobilité de la synchondrose sphéno-occipitale soit d'étiologie primaire. Nous croyons que la perturbation du mouvement de la base est habituellement due à des tensions anormales des tissus mous ou de la membrane durale, qui sont transmises à ses ancrages osseux ».

□ *Selon Harold I. Magoun*

De nombreux troubles de la croissance craniofaciale doivent être rattachés à un traumatisme néonatal : malformations pelviennes, anomalies de position du fœtus *in utero* ; traumatisme obstétrical par présentation anormale ou délivrance difficile ; traumatismes crâniens postnataux, etc.

En somme, ces constatations expliquent partiellement pourquoi la dysmorphose évolue ainsi.

□ *Hypothèses personnelles*

L'évolution de la croissance vers un tableau architectural qui a perdu son harmonie relève de deux ordres : par déséquilibre tensionnel entre les structures dureмériennes *et/ou* par phénomène lésionnel d'une suture.

Il existe une mise en tension anormale du système aponévrotique duremérien : il faut en faire le diagnostic orthopédique.

Les conditions d'équilibre des membranes de tension réciproque entretiennent :

— soit une flexion insuffisante de la synchondrose sphéno-occipitale et se construit un tableau dit en extension (Classe II squelettique) ;

— soit une flexion exagérée de la synchondrose sphéno-occipitale et se construit un tableau dit en flexion (Classe III squelettique).

C'est à ce sujet que Sutherland « teste » la synchondrose sphéno-occipitale et observe que celle-ci bouge plus facilement en flexion et résiste plus à l'extension dans un tableau de flexion.

Mais en règle il n'y a *pas dissociation* dans les phénomènes de croissance. Cela signifie : l'équilibre tensionnel de la base et l'architecture finale du squelette cadrent bien dans un tableau d'extension ou de flexion type.

La « direction » de croissance adoptée par chaque pièce squelettique suit l'équilibre global tensionnel de la base.

Mais où peut-on situer la frontière entre l'extension et la flexion dans le « long phénomène évolutif de flexion » de la base ? Probablement là où changent les fonctions oro-faciales, les fonctions neuro-endocriniennes, ORL, ophtalmologiques, etc..., et bien évidemment là où change l'équilibre occlusal dentaire : depuis la Classe II squelettique, en passant par la Classe I, enfin vers la Classe III.

Il existe une lésion suturale : c'est le diagnostic de la lésion primaire.

S'il est aisé de montrer le retentissement d'une lésion du rachis cervical sur tout l'équilibre facial (*obser-*

vation 6, Georges) (fig. 62), cela l'est déjà moins de montrer le retentissement d'une lésion faciale sur l'équilibre de la synchondrose sphéno-occipitale (*observation 7*, Jacques) (fig. 63).

Mais parmi la population orthodontique courante, de telles lésions organiques dites « congénitales » sont rares, alors que la clientèle préposée à un traitement orthodontique ne cesse de s'accroître. Je pense que nous devons élargir notre diagnostic lésionnel à toutes les lésions suturales mécaniques fonctionnelles qui affectent les sutures faciales et/ou crâniennes.

La qualité de la biodynamique cranio-faciale passe avant tout par la qualité du « jeu » sutural :

– qualité histologique de la suture membraneuse (les synostoses prématurées des sutures faciales ou crâniennes entraînent des déséquilibres architecturaux bien connus) ;

– mais surtout qualité « mécanique » ou « fonctionnelle » de la suture, explorable manuellement par les tests de mobilité.

Cela amène ainsi la discussion du diagnostic de la lésion primaire.

Systématiquement tout patient orthodontique doit être interrogé sur ses antécédents néonatals ou relatifs à la petite enfance.

Certains thérapeutes manuels explorent la physiologie suturale crânienne et décrivent des **tests de mobilité** : méthode primaire de détection d'une barrière restrictive (Upledger).

Si difficile qu'il soit dans la pratique, le diagnostic de la lésion primaire demeure indispensable pour une meilleure orthodontie.

La lésion suturale d'origine traumatique ou par « serrage mécanique » doit être dépistée avant l'installation d'un tableau adaptatif.

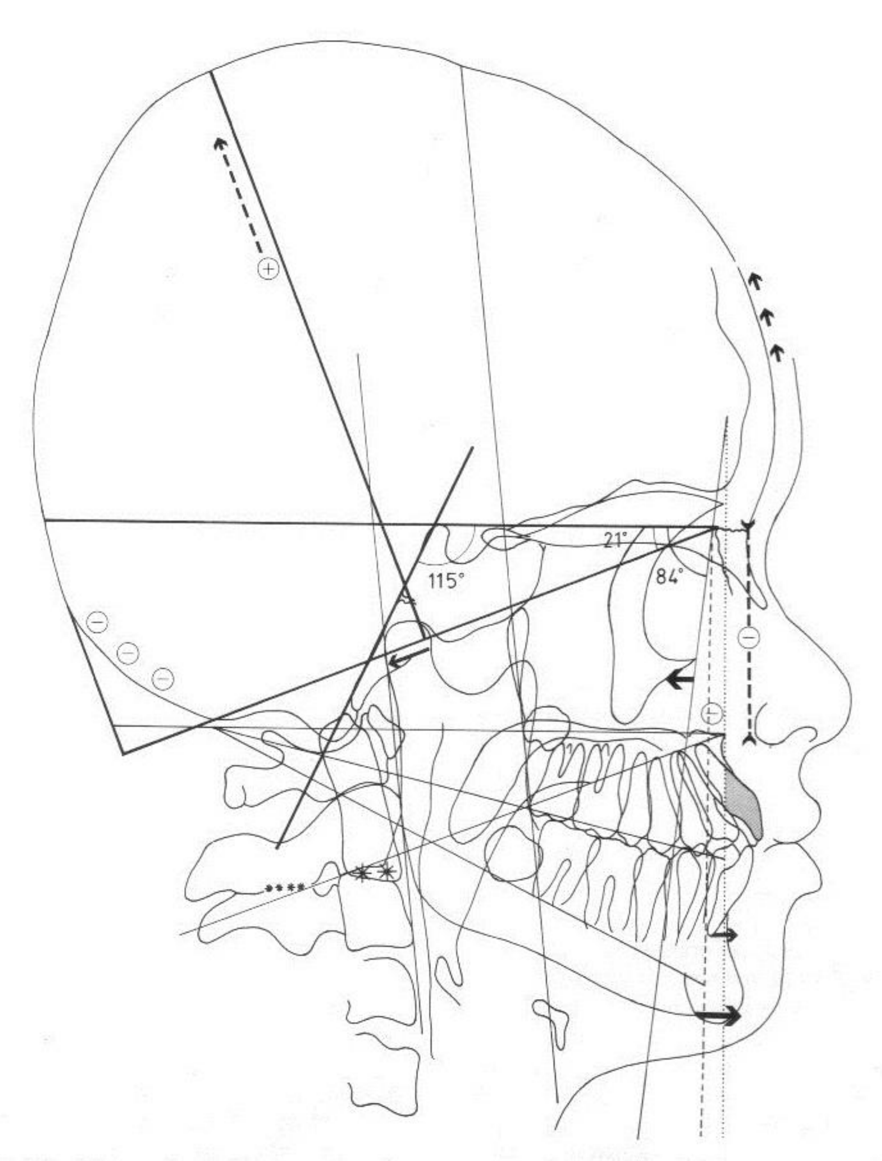


Fig. 62. – Observation 6 (Georges, 13 ans). Retentissement facial d'une lésion du rachis cervical.

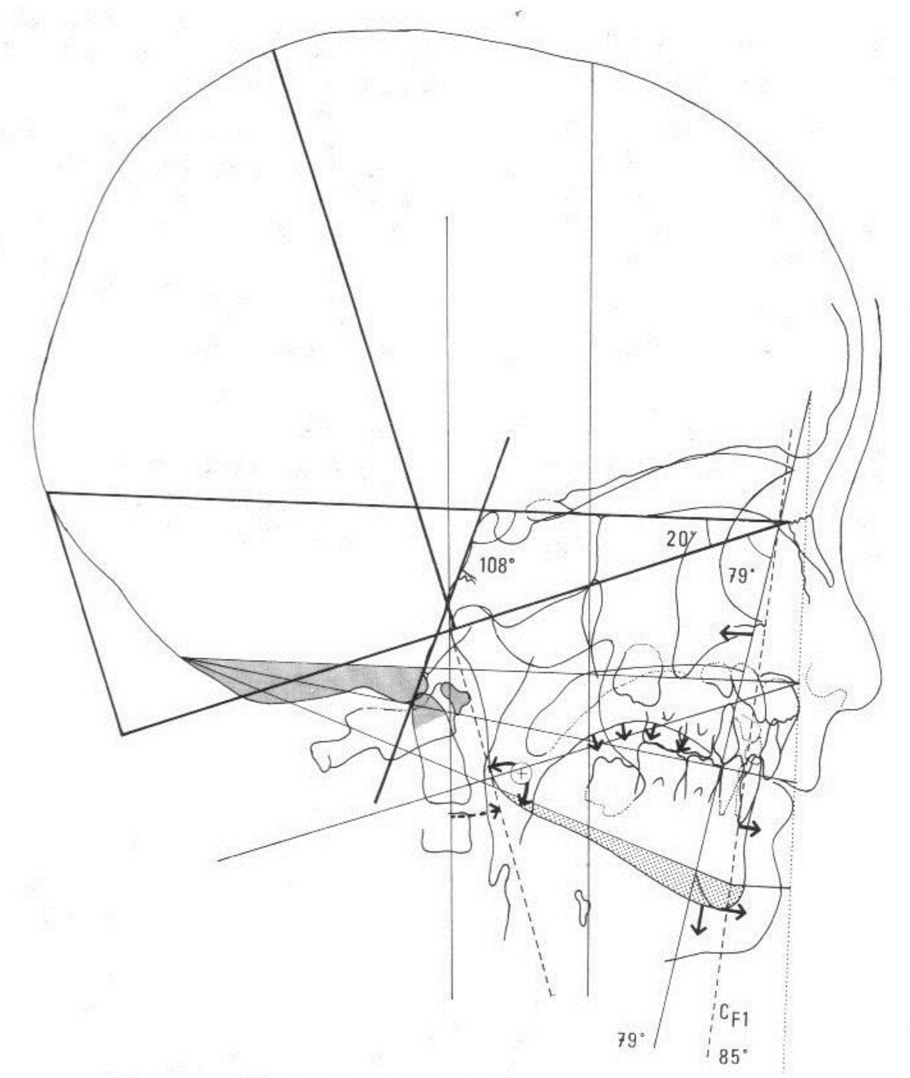


Fig. 63. – Observation 7 (Jacques, 3 ans).
Cicatrice de fente labio-maxillaire totale supérieure gauche responsable de :
– l'arrêt de la bascule du maxillaire à 79° ;
– plafond cicatriciel palatin bas et langue basse : bascule fonctionnelle antérieure du ramus.
Le déséquilibre facial va induire l'architecture basale en flexion.

Toute la difficulté réside dans le **diagnostic précoce de la lésion primaire** avant l'installation d'une cascade de déformations secondaires, et avant que la morphogenèse n'ait « travaillé » avec le temps et construit un tableau architectural adaptatif.

En effet, la lésion primaire, c'est-à-dire de la biomécanique de la pièce osseuse concernée, va retentir sur la biodynamique générale : il y a adaptation des autres sutures et l'architecture crânienne finale sera *dissociée* ; il y aura *discordance* par rapport au tableau « type » extension, ou « type » flexion.

Voici quelques exemples simples : face à une déformation isolée de l'arcade supérieure (absence d'espace pour la mise en place des incisives latérales), par insuffisance de croissance prémaxillaire, y a-t-il « serrage mécanique » de la suture incisivo-canine ? Devant une endognathie maxillaire isolée, y a-t-il lésion de la suture intermaxillaire ? Ou bien encore, devant une rotation mandibulaire avec non-concordance des milieux incisifs, y a-t-il un temporal en lésion ?

Plus compliquées seraient en fait les lésions du temporal : **l'asynchronisme du mouvement du temporal**.

Les mouvements du temporal peuvent ne pas être synchrones (je suppose l'existence d'une lésion bloquant un mouvement du temporal ou privilégiant un autre mouvement).

a) Soit la descente de l'ATM ne s'effectue pas en rapport avec l'avancée de la cavité glénoïde, la dysmorphose évolue vers une typologie *« open bite »* : ainsi Droel et Isaacson ont remarqué que les cas d'*excès vertical antérieur* présentent souvent une cavité glénoïde placée beaucoup plus haut dans la symphyse

sphénoïdale (image radiologique), elle-même plus courte et plus verticale. La résultante est une rotation postérieure aggravante de la mandibule.

C'est le cas pour Claire, 7 ans (*observation 8*, fig. 64). Ici à l'évidence l'équilibre occipito-rachidien est celui d'un tableau d'extension et on s'attend à rencontrer un allongement du champ cranio-maxillaire sur C1, c'est-à-dire un condyle se projetant nettement en arrière du milieu de C1.

Néanmoins l'avancée de la cavité glénoïde est bonne, malgré un angle sphénoïdal resté largement ouvert à 129°. L'angle antérieur de la base fermé à 18° montre, en revanche, qu'il n'y a pas eu de descente de l'ATM. Il y a asynchronisme dans la position du temporal par rapport à l'équilibre biodynamique général.

Conséquence : le pilier moyen de la face par rapport à CF2 est très raccourci et les rapports topographiques voile du palais + langue avec la paroi pharyngée postérieure entraînent la mandibule dans une rotation postérieure. L'excès vertical de l'étage inférieur de la face par rapport à CF6 apparaît.

Conclusion : se méfier à priori de la petite béance frontale incisive qui semble causée par la succion du pouce, et craindre une évolution en *open bite* d'un pronostic beaucoup plus défavorable.

b) Soit la descente de l'ATM s'effectue, mais la migration de la cavité glénoïde est parallèlement insuffisante. On aboutit au *« long face syndrom »* avec excès vertical maxillaire (S. Schendel *et coll.*).

Conclusion

L'analyse céphalométrique ne nous montre qu'un volet restreint de l'équilibre architectural. Elle ne permet pas le diagnostique « clinique » de la tension

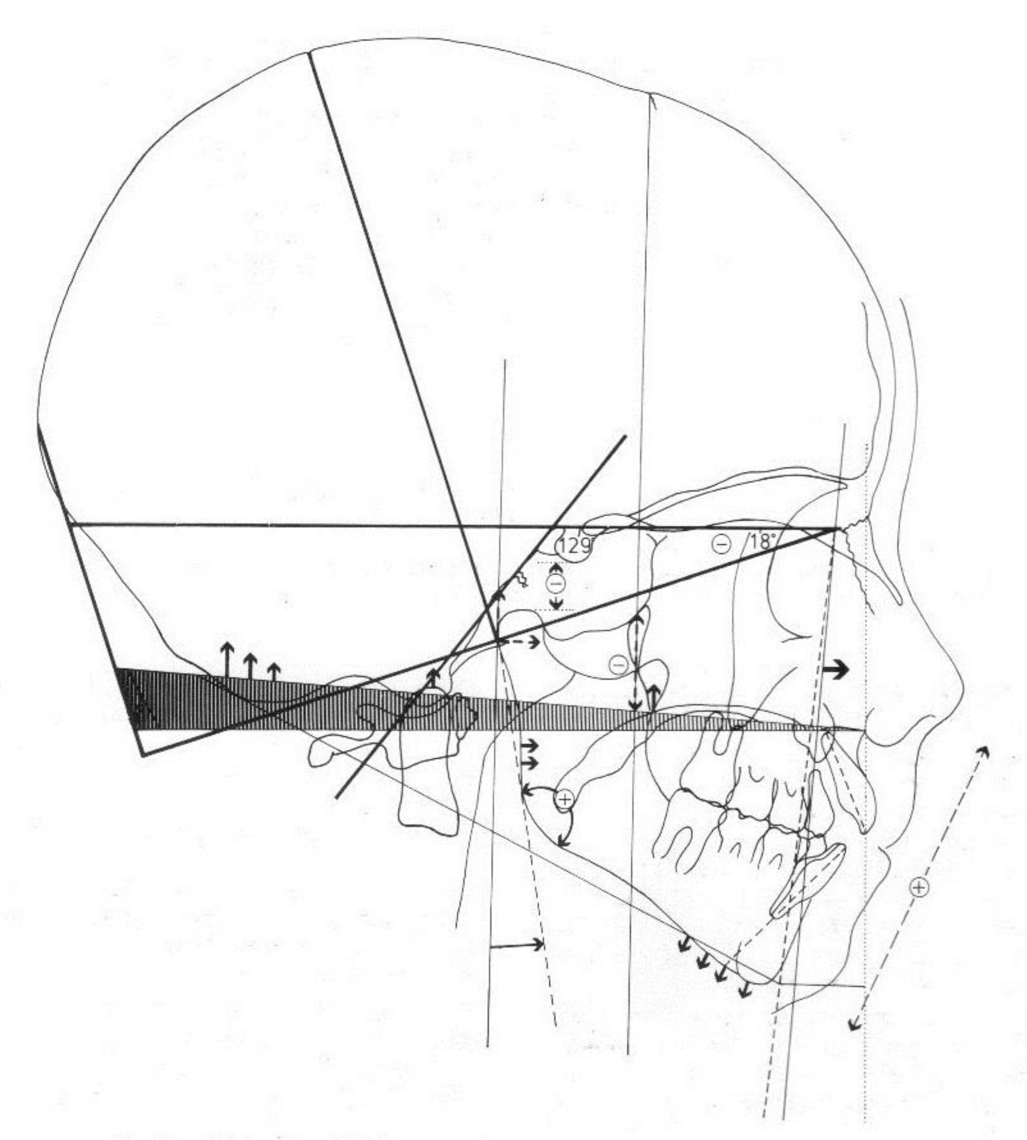


Fig. 64. – Observation 8 (Claire, 7 ans). Asynchronisme du mouvement du temporal.

membranaire (du relâchement ou à l'inverse de la traction aponévrotique) et ne mesure pas le degré de restriction du mouvement d'une suture.

Mais associée aux concepts de biomécanique crânienne elle permet la visualisation de la direction de croissance.

Ici nous n'avons abordé que les tableaux de flexion ou d'extension de la synchondrose sphéno-occipitale et leur traduction faciale.

En fait le riche chapitre des lésions de torsion (en flexion ou en extension) et de translation occipito-sphénoïdales nous conduirait vers l'ensemble des dysmorphoses faciales.

Chapitre 9

Prévisions de croissance

Prévoir l'évolution de la dysmorphose et dépister les petits signes précurseurs d'un déséquilibre architectural.

* L'analyse architecturale permet de dépister précocement la direction de croissance adoptée par la biodynamique cranio-faciale.

☐ *Observation 9* (Agnès, 4 ans 7 mois) (fig. 65, 66 et 67).

L'histoire clinique de cette petite patiente n'est pas exceptionnelle dans une clientèle. Sa mère consulte en fait pour la sœur aînée de 7 ans, dont l'utilité d'une thérapeutique orthopédique ne fait aucun doute (inversion d'articulé incisif).

Habituellement, cette petite sœur de 4 ans, serait à peine « regardée » puisque ses premières molaires permanentes de 6 ans ne sont pas encore sur l'arcade, et qu'elle suce encore activement son pouce... Curieusement pourtant, elle attire l'attention, et si la béance incisive antérieure, secondaire à l'interposition du pouce, n'impressionne guère, si l'aspect « joufflu » de cette petite fille influence à tort favorablement, en revanche, l'implantation basse des pavillons des oreilles et la propulsion mandibulaire fonctionnelle active de sa mimique faciale alertent. L'analyse architecturale vient confirmer l'impression clinique : il s'agit d'une croissance basale en flexion exagérée et qui décompense.

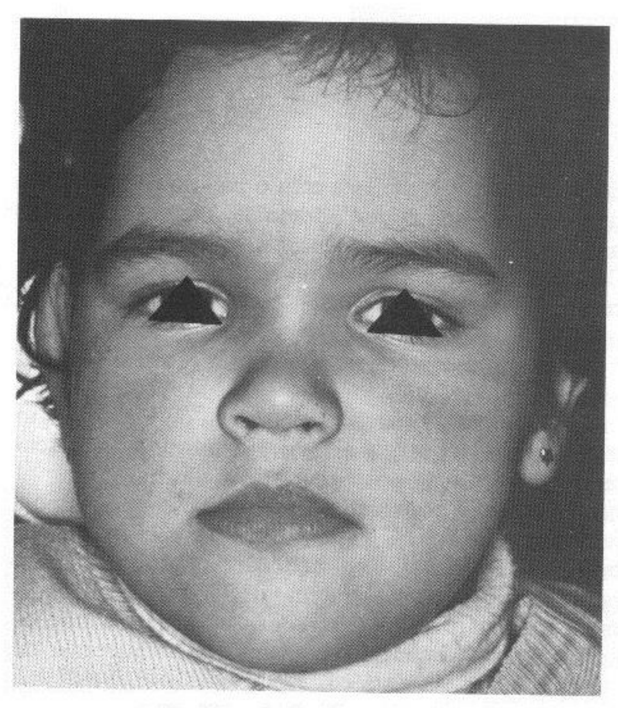


Fig. 65. – Agnès, 4 ans 7 mois. Décompensation précoce en flexion.

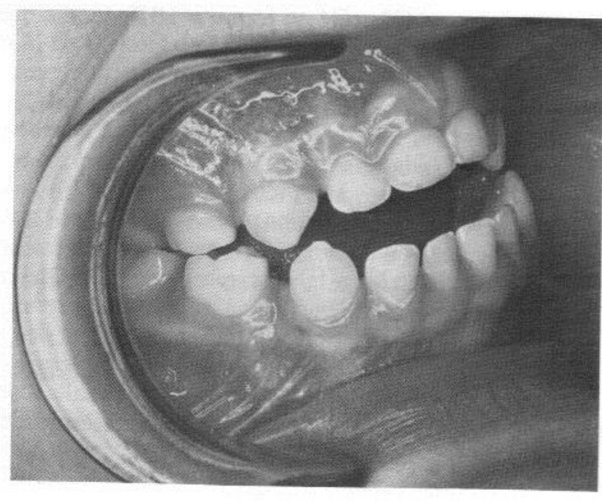


Fig. 66. – Vue occlusale.

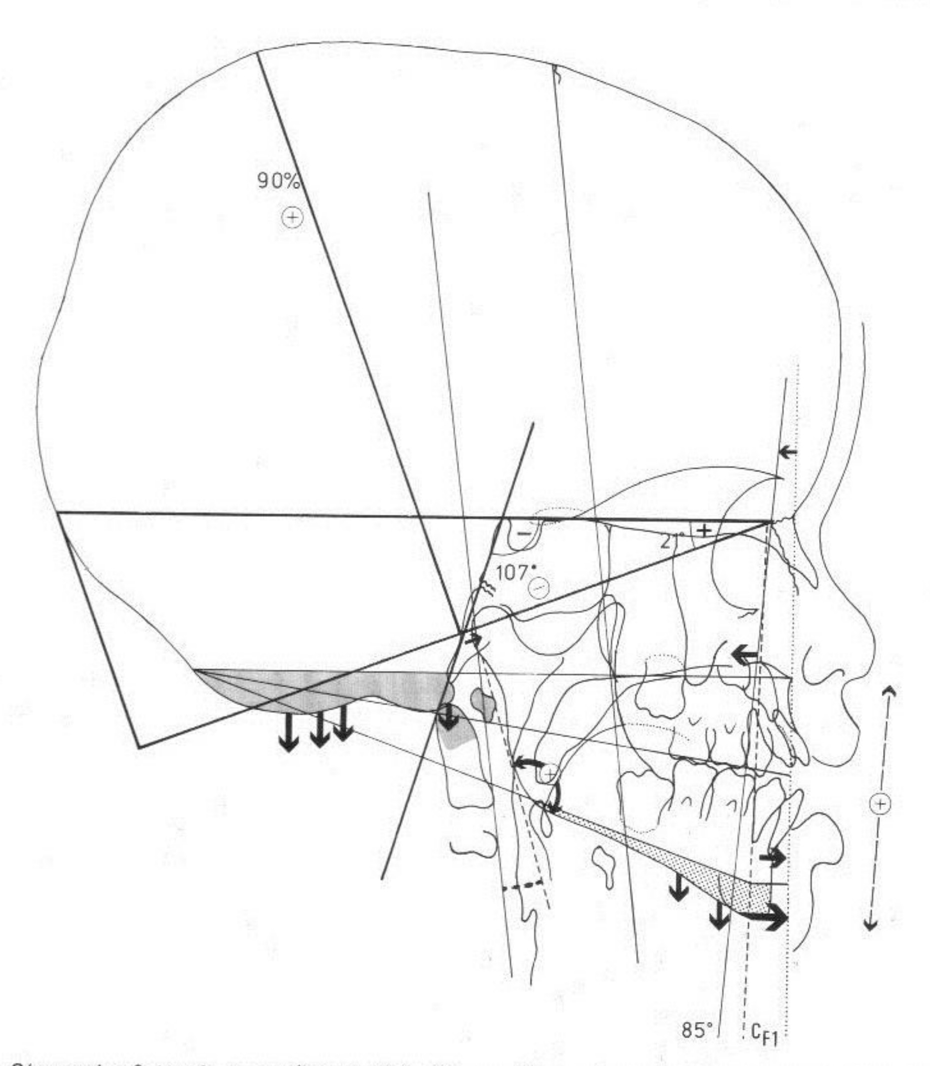


Fig. 67. – **Observation 9** *(Agnès, 4 ans 7 mois). Déséquilibre architectural en voie de constitution vers une Classe III.*

L'analyse des lignes crâniennes montre déjà à cet âge un équilibre cranio-palatin perturbé, avec abaissement important de l'écaille de l'occipital et du sommet de l'odontoïde. L'angle sphénoïdal C3 - C4 se ferme à 107°, tandis que le champ cranio-facial se raccourcit, et que l'ATM migre vers l'avant. L'angle antérieur de la base (C1 - C3) s'ouvre à 21°, témoin de la descente de l'ATM. Le relâchement de la faux du cerveau qui ceintre la voûte est notable, et cette dernière s'élève (C2 = 90 % de C1).

Dès lors, il est facilement concevable de pronostiquer l'évolution future de la croissance maxillaire et mandibulaire :

— à la prédisposition basale à l'avancée de l'ATM, va s'ajouter l'éloignement du massif lingual de la colonne cervicale, facteur favorable à l'ouverture de l'angle mandibulaire, à la bascule antérieure du ramus et à une croissance mandibulaire type postérieur selon Björk ;

— à la prédisposition basale de la rotation « externe » du maxillaire (télescopé par le temporal latéralement), va suivre une migration insuffisante de « l'attache » maxillaire sous le frontal, par impaction sur la ligne médiane des deux branches montantes. Tout concourt à limiter la bascule antérieure du maxillaire et à créer une insuffisance prémaxillaire (témoin CF5) ;

— à la prédisposition basale d'abaissement du palais secondaire sous l'effet de traction des apophyses ptérygoïdes (solidaires de la rotation horaire du corps du sphénoïde), va succéder une position basse de la langue.

Au total le dysfonctionnement oro-lingual est inévitable et va lui-même entretenir, voire aggraver, le déséquilibre maxillo-mandibulaire.

* S'il est aisé de reconnaître un tableau de grande flexion ou de grande extension, il est parfois plus délicat de prévoir la croissance d'un enfant pris à un âge donné, sans repère antérieur ni cliché radiographique antérieur de comparaison.

• Nathalie *(observation 10)* (fig. 68) avait été examinée à 7 ans en denture mixte. Le diagnostic de dysharmonie dento-maxillaire avait été posé et un attentisme thérapeutique avait duré jusqu'à 10 ans 6 mois. Je suis profondément désolée que le déséquilibre architectural basal n'ait pas été dépisté à cette époque, car une interception orthopédique de rééquilibration des bases osseuses aurait été de courte durée et sûrement efficace à cet âge.

• Benoît *(observation 11)* (fig. 70), 9 ans 1/2 : il faut pour lui ne pas attendre en toute quiétude l'éruption de toutes les dents permanentes, au risque de voir apparaître à la puberté une vraie promandibulie (sous l'inondation hormonale mâle).

• Germain *(observation 12)* (fig. 72), 9 ans : ne pas se hâter de conclure trop vite à une rétromaxillie devant un pilier maxillaire antérieur à 82° par rapport à la ligne de base supérieure, mais regarder sa « typologie » crânienne comme une future grande Classe II.

□ *Observation 10* (Nathalie, 10 ans 6 mois) (fig. 68 et 69).

Fausse dysharmonie dento-maxillaire (fig. 68 et 69).
Cliniquement le désordre occlusal est moins bruyant (il n'y a pas de saut de l'articulé incisif).
Cette observation est intéressante pour la manière avec laquelle doit être conduite l'interprétation du tracé et pour la dysharmonie dento-maxillaire apparente qui, traitée isolément, pourrait aboutir à une catastrophe.

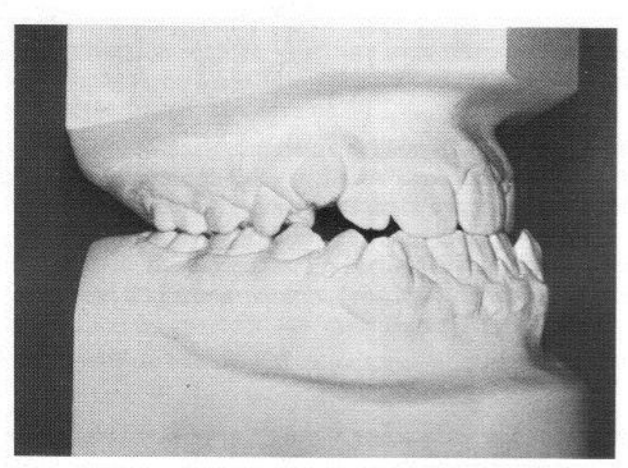


Fig. 68. – Nathalie, 10 ans 6 mois. Vue occlusale. Fausse dysharmonie dento-maxillaire.

L'étude de l'occlusion montre, dans le sens antéro-postérieur, une mésioclusion molaire et canine inférieure type Classe III. La mésioposition des canines inférieures est telle qu'elles se présentent frontalement en avant des incisives inférieures (fortement linguoversées). Les canines supérieures sont en mésioposition haute et vestibulaire. Prises séparément, les arcades présentent une certaine dysharmonie. Nous allons voir qu'il faut être très prudent dans l'énoncé de ce diagnostic occlusal.

Quels sont les petits signes qui traduisent un déséquilibre architectural basal et facial, et qui montrent :

– qu'à l'étage maxillaire on se trouve en présence d'une insuffisance de bascule antérieure du maxillaire (même si le pilier maxillaire est repérable à 89°) ;
– qu'à l'étage mandibulaire, il y a avancée du corpus par projection fonctionnelle vers l'avant du ramus ;

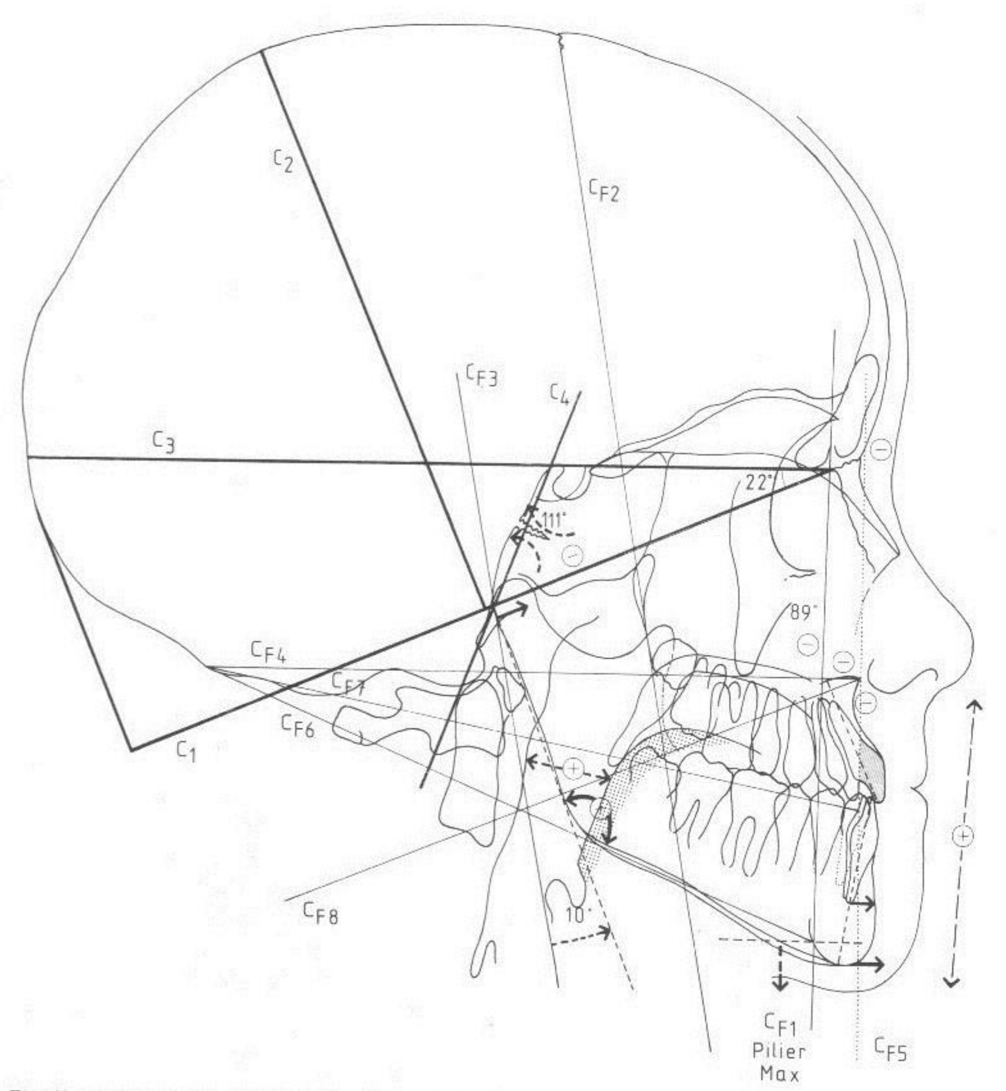


Fig. 69. – **Observation 10** *(Nathalie, 10 ans 6 mois). Dysfonctionnement oro-facial sur base en flexion.*

— qu'à l'étage de la base du crâne, il y a prédisposition temporale à la migration vers l'avant de l'ATM, et prédisposition à l'arrêt de migration de l'attache maxillaire sous la corticale du frontal ;

— que la dynamique cranio-rachidienne et les rapports topographiques du tractus thyréoglosse évoluent pour éloigner le massif lingual de la paroi postérieure du pharynx et tracter la mandibule vers l'avant.

Tracé de l'analyse :

1) Les apophyses clinoïdes antérieures : elles « disparaissent » sous la gouttière optique située immédiatement en arrière du jugum sphénoïdale, ici marquée, de même que le jugum dont on continue facilement le tracé avec la portion horizontale de la corticale interne du frontal. L'aspect « émoussé » des clinoïdes antérieures traduit l'activité *des attaches de la petite courbure de la tente du cervelet, tractée latéralement par l'arête endocrânienne du rocher qui « fuit » en avant.*

On réalise donc qu'il existe ici une mise en tension en flexion de la faux du cerveau, et conjointement une tendance au dégagement en haut, en arrière, du frontal (ceci permettra plus loin l'interprétation de la ligne CF5).

2) On remarque la convexité de la gouttière basilaire sphéno-occipitale, coudure s'effectuant au niveau de la synchondrose sphéno-occipitale. Cette convexité traduit l'activité de la synchondrose sous le jeu de la rotation « horaire » du sphénoïde, et « antihoraire » du basi-occipital (ces qualificatifs étant plus rapidement évocateurs de la biodynamique en flexion).

1re conclusion : que penser de la valeur de l'angle C3 - C4 (111°) ? Sa normalité intrinsèque devient contestable si l'on tient compte du raisonnement précédent, et on optera pour une valeur « réduite » de cet angle. Parallèlement, le raccourcissement du champ cranio-facial (même petit) témoigne d'une prédisposition « basale » de l'ATM à être avancée.

3) Signification de l'angle antérieur de la base (C1 - C3) : compte tenu d'une certaine estimation personnelle des configurations anatomiques, on peut néanmoins chiffrer cet angle à 22°. Il traduit déjà le mode de croissance verticale de la face, associé aux autres témoins, tels l'éloignement du massif lingual de la paroi postérieure de l'oropharynx, l'ouverture de l'angle mandibulaire (ramus - corpus), et l'excès vertical de l'étage inférieur de la face (revus plus loin).

Dans le cas présent, on est en droit d'imaginer l'équilibre facial antérieur idéal du sujet (CF1) à 87° au moins. Mais compte tenu que CF5 passe déjà actuellement par le nasion, et en retrait de la corticale du frontal (lui-même fuyant en haut et en arrière dans ce tableau de « flexion »), on peut considérer que le pilier maxillaire antérieur réel du sujet (repérable à 89°) pourrait admettre une bascule antérieure plus importante. Il s'agirait d'un équilibre transfrontal (CF1 supérieur à 89°).

2e conclusion : l'équilibre maxillo-mandibulaire est rompu, témoin l'avancée du corps de la mandibule (essentiellement par bascule antérieure du ramus par rapport à CF3) et l'avancée du menton par rapport au prolongement du pilier maxillaire antérieur. Il y a donc insuffisance de bascule antérieure du maxillaire, et promandibulie fonctionnelle relative (à noter qu'il serait impropre, car trop tôt, de parler ici de « prognathie mandibulaire »).

Conduite à tenir à propos de la dysharmonie apparente.

Une fois admis le déséquilibre architectural, nous considérons :

- Certes, il y a eu mésialisation des secteurs latéraux prémolo-molaires, probablement favorisée par l'appui lingual dans le plancher buccal, responsable de la mésio-position canine. Remis sur leur attache basale mandibulaire, ces secteurs prémolo-molaires sont moins mésialés qu'il n'y paraît ; et la linguoversion incisive inférieure avec rétro-alvéolie incisive (grande distance entre la corticale de la symphyse, au point B, et les apex des incisives) est une forme de compensation pour maintenir un articulé incisif non inversé.
- Le retrait de l'épine nasale antérieure et l'insuffisance prémaxillaire (CF5 affleure le point A et coupe franchement la couronne des incisives supérieures en discrète vestibuloversion : 114° par rapport au plan bispinal) sont responsables de la dysharmonie apparente incisivo-canine. Compte tenu du déséquilibre de la dysmorphose, ce serait une catastrophe de penser technique extractionniste pour corriger cette dysharmonie. En particulier, la perte des deux premières prémolaires réaliserait un affaissement du secteur prémaxillaire avec réduction volumétrique du plafond de la cavité buccale et aggravation du dysfonctionnement lingual. Ces extractions aboutiraient à plus ou moins court terme à un saut d'articulé incisif.

Conclusion

Il faut penser « correction du décalage » sagittal et transversal des bases maxillaire et mandibulaire avant d'entreprendre l'harmonisation des arcades.

□ *Observation 11* (Benoît, 9 ans 6 mois) (fig.70 et 71).

C'est volontairement que cet autre exemple au désordre occlusal peu bruyant a été choisi. Il répond à la question : « Quand faut-il intervenir ? ».

Il n'y a pas d'âge donné pour intervenir si l'on craint une évolution de la biodynamique cranio-faciale à l'origine de la dysmorphose, mais il est évident, que plus vite celle-ci sera interceptée, moins la morphogenèse aura eu le temps de « travailler », moins la déformation sera importante.

Ainsi chez ce patient, si la Classe III molaire d'Angle et si l'inversion de l'articulé incisif paraissent « récupérables » orthodontiquement, par la mobilisation des dents dans le tiroir alvéolo-dentaire, et peuvent laisser croire que l'on peut attendre en toute quiétude l'évolution de toutes les dents permanentes, il n'en est rien. L'architecture cranio-faciale s'organise de telle sorte qu'un déséquilibre « profond » basal s'installe. En voici les « petits » signes :

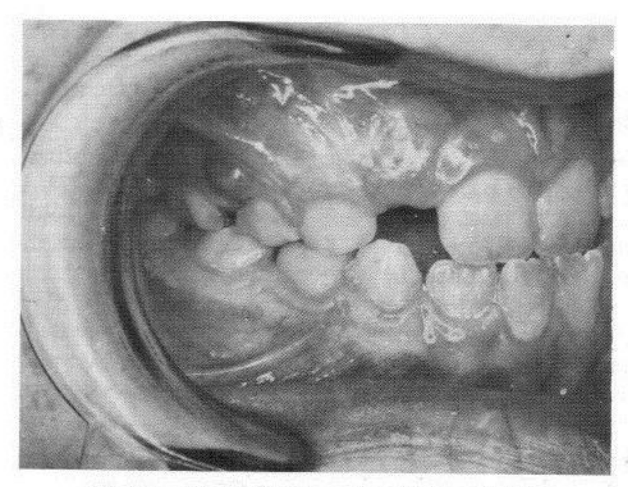


Fig. 70. – Vue occlusale, en bout à bout incisif.

– écaille de l'occipital basse, sommet de l'apophyse odontoïde descendu par rapport à CF4 ;

– fermeture de l'angle sphénoïdal à 107°, alors que l'ATM ne se projette déjà plus sur le milieu de C1 et que le champ cranio-facial se raccourcit ;

– ouverture de l'angle antérieur de la base à 23° ;

– télescopage du mobile maxillaire qui voit sa bascule antérieure s'arrêter à 87° (si on considère que sa ligne d'équilibre antérieure CF1 doit être d'au moins 88°) ;

– perte de l'équilibre maxillo-mandibulaire avec propulsion mandibulaire fonctionnelle.

Fig. 71. – **Observation 11** *(Benoît, 9 ans 6 mois). Petit signe précurseur d'un déséquilibre architectural en flexion.*

□ *Observation 12* (Germain, 9 ans) (fig. 72).

*Il existe ici une prédisposition architecturale au tableau d'***extension** *avec retrait mandibulaire par implantation reculée des ATM.*

Cette observation est intéressante sur le plan analyse, car elle permet de ne pas se laisser abuser par les 82° de bascule antérieure du pilier maxillaire, et conclure à tort qu'on se trouve en présence d'une rétromaxillie.

D'emblée on constate l'ascension du plan cranio-palatin du patient par rapport à CF4, avec projection en arrière du milieu de C1 du bord postérieur du condyle.

L'équilibre sphénoïdo-ethmoïdo-frontal est tel que :

– les apophyses ptérygoïdes n'ont pas subi un écartement et une divergence suffisante ;

– les tubérosités maxillaires regardent toujours en dedans, en arrière, et contribuent le mobile maxillaire à rester en rotation interne, ce d'autant que les apophyses zygomatiques n'ont pas sollicité la frontalisation malaire (à cause du retrait des temporaux).

Au total, les branches montantes maxillaires migrent facilement en avant sous la poussée du frontal, lui-même bombant en avant : allongement du champ cranio-maxillaire sur C1.

Nous sommes bien en présence d'un mobile maxillaire en bascule antérieure, mais cette dernière est masquée graphiquement par la fermeture antérieure à 18° de l'angle antérieur de la base.

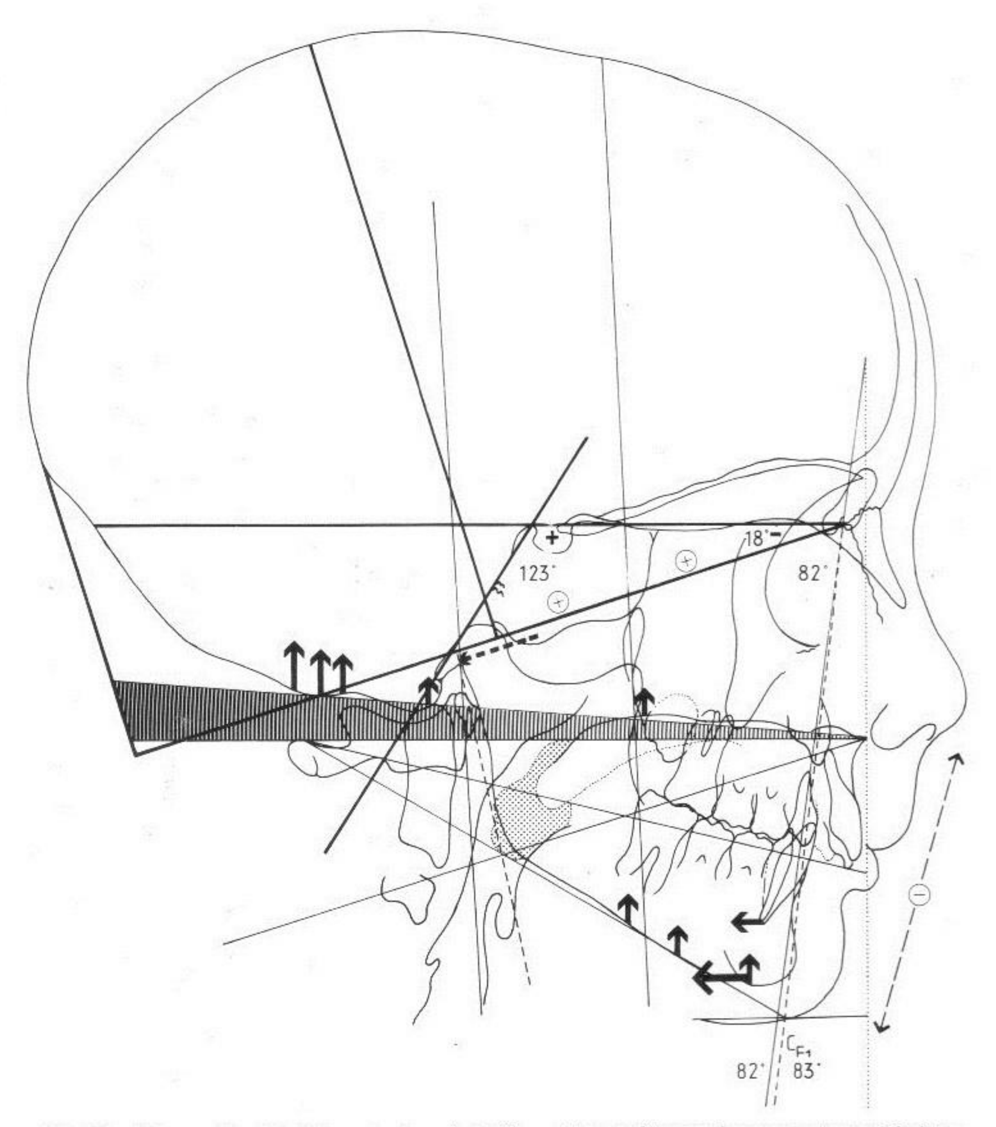


Fig. 72. – Observation 12 (Germain, 9 ans). Prédisposition architecturale au retrait mandibulaire.

Ainsi donc on peut estimer l'équilibre facial idéal du sujet CF1 à 83° et ne pas se hâter de conclure à une rétromaxillie avec un pilier maxillaire repérable à 82°.

On remarque enfin que pour maintenir une croissance verticale suffisante de l'étage inférieur de la face, le ramus effectue une bascule fonctionnelle antérieure, projetant ainsi le massif lingual en avant (témoin la largeur de la lumière pharyngée derrière la base de la langue).

Conclusion

Cet exemple illustre bien la difficulté à choisir une arcade comme référence à l'établissement du diagnostic orthodontique, et doit nous mettre en garde quant à l'application d'une technique extractionniste (à l'arcade supérieure, ce serait déséquilibrer un maxillaire sensiblement en normoposition ; à l'arcade inférieure, ce serait une amputation catastrophique pour l'avancée mandibulaire).

3

PRINCIPES THÉRAPEUTIQUES

Règles générales

1. Le grand principe sera de dépister le plus précocément possible les dysmorphoses maxillo-mandibulaires en voie d'installation, et non pas déjà construites.

2. La frontière de la « normalité par rapport au « pathologique » se situe là où il y a perte de l'équilibre pour une structure considérée. L'édification de « chartes » dentaires n'est donc pas concevable si elles font abstraction de l'équilibre profond des pièces squelettiques maxillo-mandibulaires.

3. On doit tendre à rechercher le meilleur équilibre architectural, afin que la morphogenèse harmonise les structures.

4. Avant d'envisager une correction occlusale extractionniste, il faut regarder l'équilibre intrinsèque de la pièce squelettique support. La prudence vis-à-vis des gestes extractionnistes dans une arcade évite de constituer un phénomène « lésionnel » au sein de la pièce osseuse.

5. Rééquilibrer les bases osseuses, rediriger la croissance dans une meilleure direction constituent les concepts fondamentaux des thérapeutiques fonctionnelles orthopédiques. Utilisées avant toute intervention orthodontique pure, elles garantissent la stabilité des résultats.

a) Les moyens que nous utilisons ne sont sûrement pas encore à la hauteur des possibilités que nous offre la biodynamique cranio-faciale, et mériteraient une étude toute particulière.

Lâches à la naissance, les sutures deviennent serrées plus ou moins vite, d'un individu à l'autre, d'une région à une autre.

Nous agissons directement sur la biomécanique de la pièce squelettique où sont ancrées nos forces orthopédiques, grâce à son jeu sutural, et espérons, par la mise en tension des fascias, influencer la dynamique de croissance de la synchondrose sphéno-occipitale. Les résultats obtenus jusqu'à présent nous confortent dans cette optique.

b) Les forces orthopédiques utilisées sont capables de provoquer la mobilisation d'une pièce squelettique, par un moyen mécanique ou fonctionnel. Le point d'ancrage est dentaire ou péricrânien ou facial (fronto-orbitaire ou mentonnier), mais la force est transmise aux fascias : nouvel équilibre tensionnel membranaire et nouvelle adaptation du puzzle cranio-facial.

Les forces d'appui dentaire sont discontinues pour éviter une résorption radiculaire.

Les Classes III

Comment aborder une Classe III

On peut dire qu'il existe une urgence en orthodontie, ce sont les Classes III.

C'est une lourde responsabilité de ne pas traiter :

– chez le bébé la « mimique » propulsive avec propulsion purement fonctionnelle de la mandibule ;

– le « bout à bout » incisif en denture temporaire (avec aspect « pointu » des canines temporaires) ;

– la petite tétée linguale ;

– la perte des rapports normaux occlusaux entre dernières molaires supérieures et inférieures (temporaires ou permanentes de 6 ans) ;

– l'éruption palatine d'une incisive supérieure avec inversion de l'articulé.

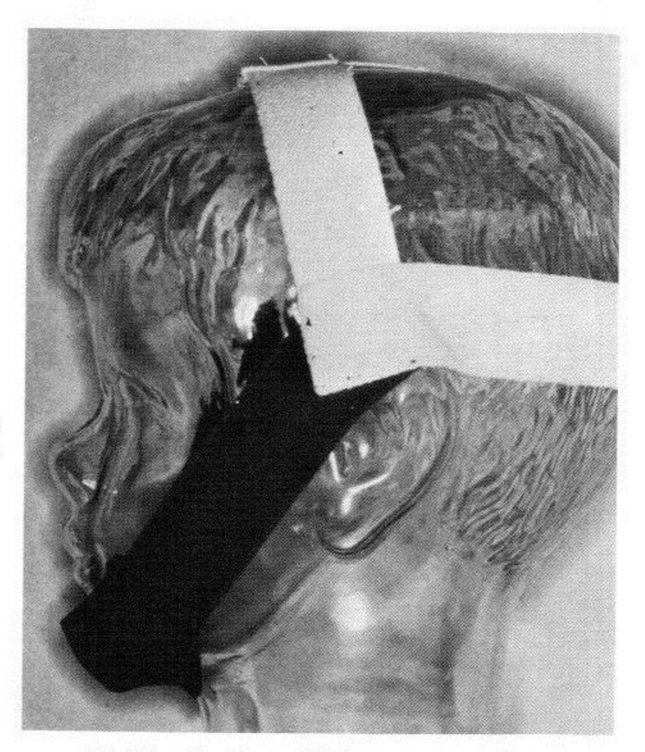


Fig. 73. – Fronde mandibulaire sur appui crânien.

Toute suspiscion d'une cause déclenchante à une mise en propulsion de la mandibule doit conduire à la correction précoce de celle-ci et à la recherche systématique d'une architecture basale évoluant en flexion. En effet, s'il est aisé de corriger en quelques jours ou quelques semaines le bébé propulseur par simple fronde mentonnière, s'il est encore facile de poser un masque quelques mois chez le petit enfant ou plus longtemps chez le grand enfant, il est parfois *impossible* de corriger les dégâts osseux secondaires, tardifs, d'une promandibulie ou d'une rétromaxillie évoluées.

Il faut abandonner toute idée extractionniste à l'arcade supérieure dans une Classe III. Si on visualise bien que, dans toute Classe III, la mauvaise forme du « plafond » de la cavité buccale va induire un dysfonctionnement lingual, lequel va à son tour aggraver la déformation osseuse, il ne faut à aucun prix diminuer de volume le « mobile » maxillaire (toute extraction étant du volume osseux en moins), et par principe ne jamais extraire une première prémolaire supérieure, ce qui engendrerait un affaissement de la région prémaxillaire.

□ *La fronde mentonnière* (fig. 73)

Cet appareil purement orthopédique doit être d'un usage facile et habituel chez le tout petit, mais également comme « contention » après port d'un masque pendant la période orthodontique pure. On doit utiliser également largement la fronde en période prépubertaire et pubertaire chez le garçon (ou parfois la fille), dont l'inondation hormonale mâle du cartilage condylien peut faire craindre une promandibulie.

La réalisation de la « coque » mentonnière (tresse élastique) est faite à dimension du menton.

L'appui péricrânien du bonnet porteur de la fronde est tel qu'il barre transversalement toute l'écaille du temporal et l'applique en arrière (d'où temporal sollicité en rotation interne).

Action de la fronde mentonnière

On positionne le condyle mandibulaire dans sa position la plus reculée et la plus haute possible dans la

cavité glénoïde. Cet appui sur le temporal va déterminer une rotation interne de la pyramide pétreuse autour de son axe. Le temporal est mis en rotation interne. Par l'intermédiaire du temporal, on limite l'activité de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale (et on change l'équilibre sphénoïdo-ethmoïdo-frontal), puis on stoppe l'appui du temporal (par le zygoma) sur le maxillaire qui était bloqué en position externe : on soulage le serrage fonctionnel de la suture médio-incisive et la croissance prémaxillaire peut à nouveau redémarrer.

□ *Le masque facial orthopédique* (fig. 74)

Le masque facial est un outil fondamental dans le traitement des Classes III. En principe, si son application est bonne, il ne doit subir aucun échec (sauf bien sûr grandes dysmorphoses où toute mobilité suturale a disparu). Même à un âge avancé, seul un essai thérapeutique fonctionnel de 6 mois dira s'il peut encore agir.

Les tractions postéro-antérieures du maxillaire se font par l'intermédiaire de l'ancrage du double arc (soudé sur bagues, sur 2e molaires temporaires ou sur 1res molaires permanentes). Le port nocturne seul suffit.

Les tractions postéro-antérieures facilitent la bascule du mobile maxillaire vers l'avant. L'action de la coque mentonnière est identique à la fronde.

D'un point de vue biodynamique, le maxillaire tracté vers l'avant va « soulager » le sphénoïde par l'intermédiaire de la suture ptérygo-palatine et ptérygo-maxillaire : il « lâche » le sphénoïde qui se met en rotation antihoraire. La synchondrose sphéno-occipitale cesse son activité de flexion et tout l'équilibre occipito-temporal et sphéno-ethmoïdo-frontal va changer.

Mais, au préalable, si l'usage de meuler les canines inférieures est courant (surtout en denture temporaire pour ne pas bloquer l'avancée maxillaire), *la libération de la suture médio-incisive et de la suture zygomato-malaire* l'est moins, bien que très avantageuse :

- Si l'on considère que les deux mobiles maxillaires bloqués en rotation externe, assurent un « serrage » mécanique de la suture médio-incisive, il faut libérer cette dernière avant la pose du masque.

Concrètement, s'il existe une insuffisance prémaxillaire avec endognathie antérieure, il est bon de débuter par une expansion *prémaxillaire* ou maxillaire *antérieure.*

Le quadhélix

Cet arc palatin d'expansion, aux bras allongés le long des collets des dents, va transmettre à la suture médio-palatine et incisivo-canine une expansion suffisante (et moins traumatogène que le disjoncteur).

(Bien souvent, en denture temporaire, la pose du quadhélix est suivie de l'éruption spontanée en normoclusion des premières molaires permanentes et de l'arrêt de la propulsion mandibulaire fonctionnelle).

- La libération de toutes les autres sutures du maxillaire est également une condition préalable à l'efficacité du masque, en particulier de la suture zygomato-malaire (très « exposée » aux traumatismes).

Cette libération par techniques manipulatives devrait idéalement être entreprise avant la première application des tractions.

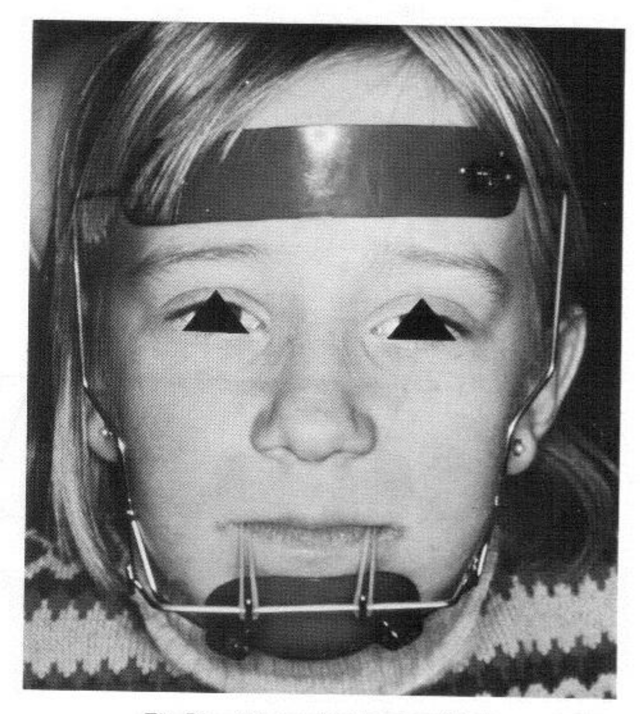


Fig. 74. – Masque facial orthopédique.

Applications pratiques des tractions maxillaires postéro-antérieures sur masque orthopédique

☐ *Observation 13* (Jérôme, 9 ans), (fig. 75 et 76).

Après 1 an 9 mois de traitement, on note essentiellement :
– modification de l'équilibre cranio-palatin ;
– projection différente de l'ATM sur C1 ;
– bascule antérieure du pilier maxillaire antérieur de 83° à 88° ;
– correction de la vestibuloversion incisive supérieure par rapport au plan bispinal, de 120° à 115° ;
– mais il persiste encore un excès vertical de l'étage inférieur de la face (la récupération de la *compétence labiale* doit mettre fin à cet excès, soit spontanée fonctionnelle si l'enfant est jeune, soit par génioplastie de réduction de hauteur si l'enfant est plus âgé).

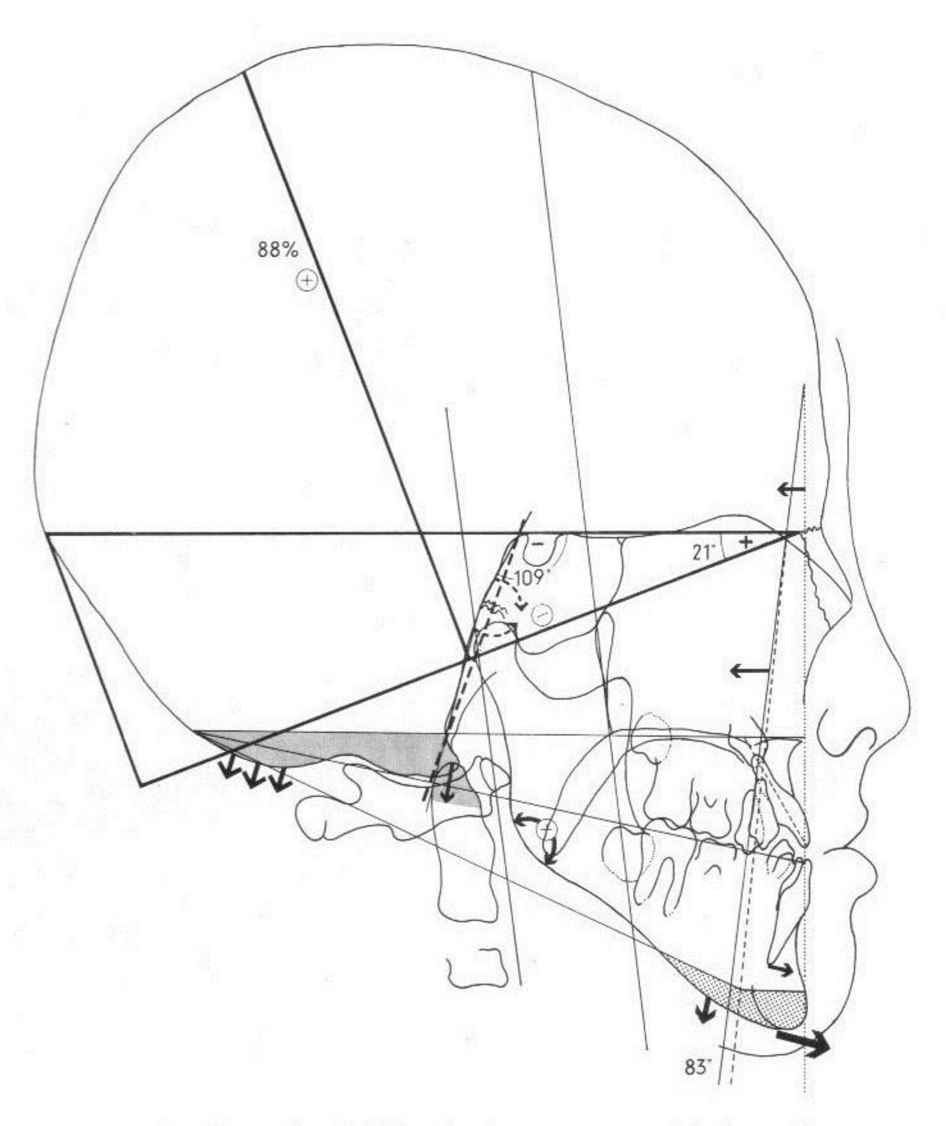


Fig. 75. – **Observation 13** *(Jérôme, 9 ans). Avant traitement de la rétromaxillie.*

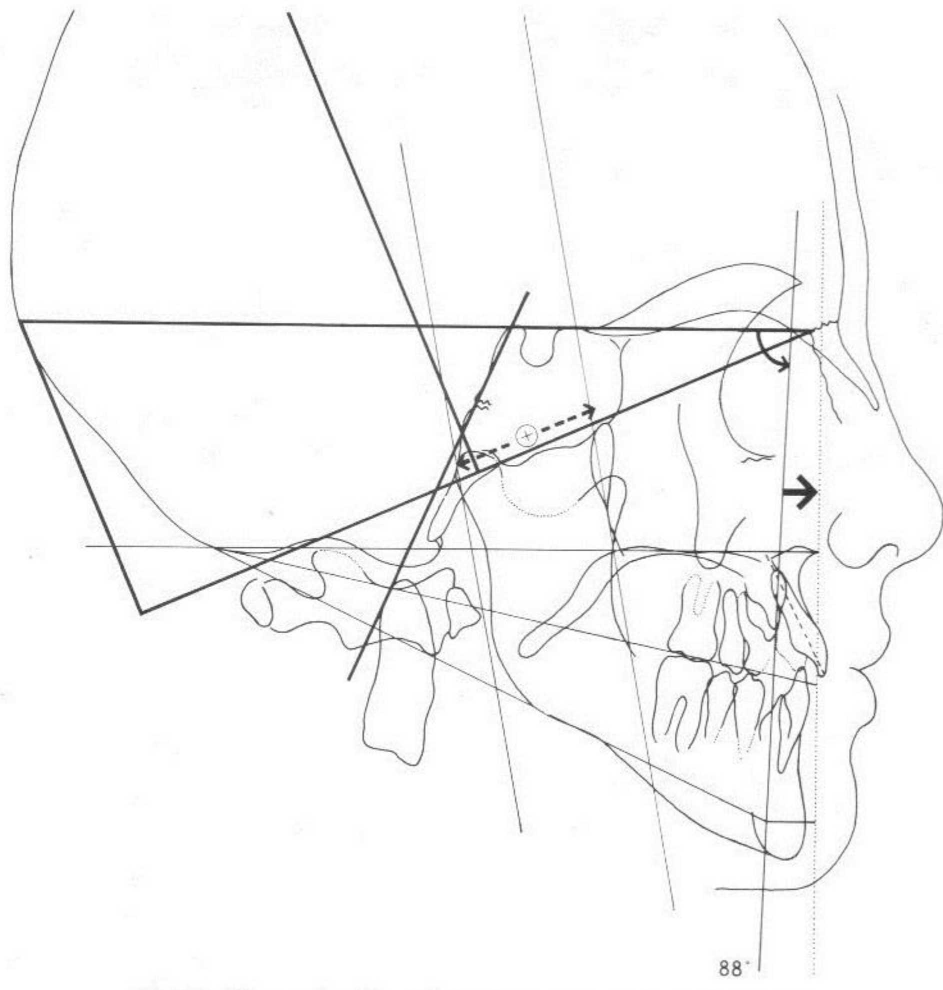
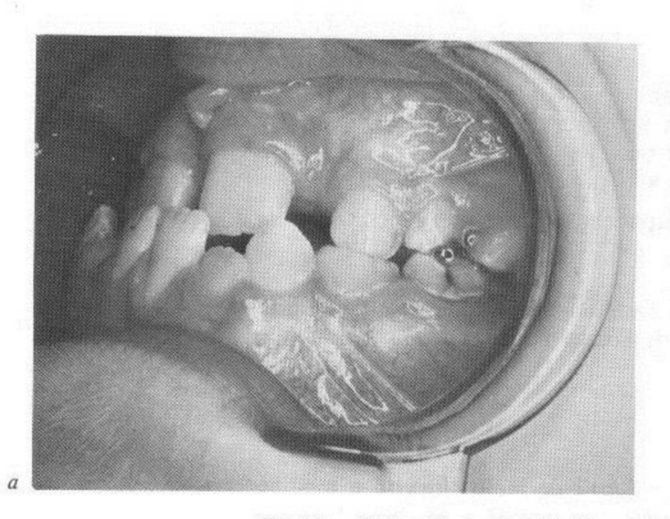


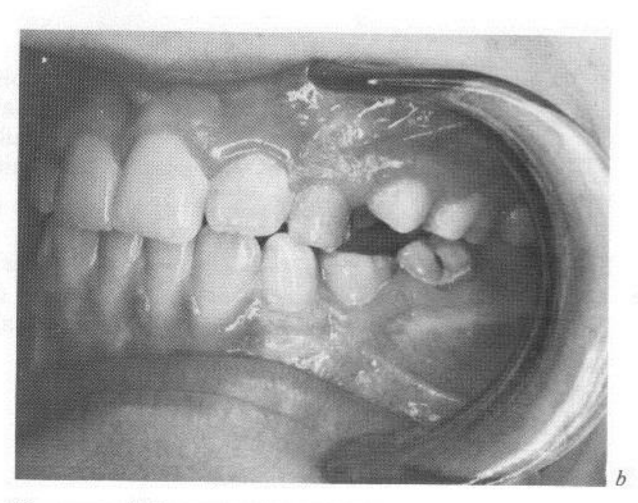
Fig. 76. – Observation 13. Après 1 an 9 mois de tractions sur masque.

☐ *Observation 3* (Lylian, 7 ans), (fig. 77 et 78).

Avant traitement : (fig. 77a, v. aussi p. 43) ; après traitement (masque) : (fig. 77b).



a



b

Fig. 77. – Lylian, 7 ans 3 mois. Hypoprémaxillie sur maxillaires en rotation externe.
a) Avant traitement (v. aussi p. 43 fig. 51)
b) Après 10 mois de masque.

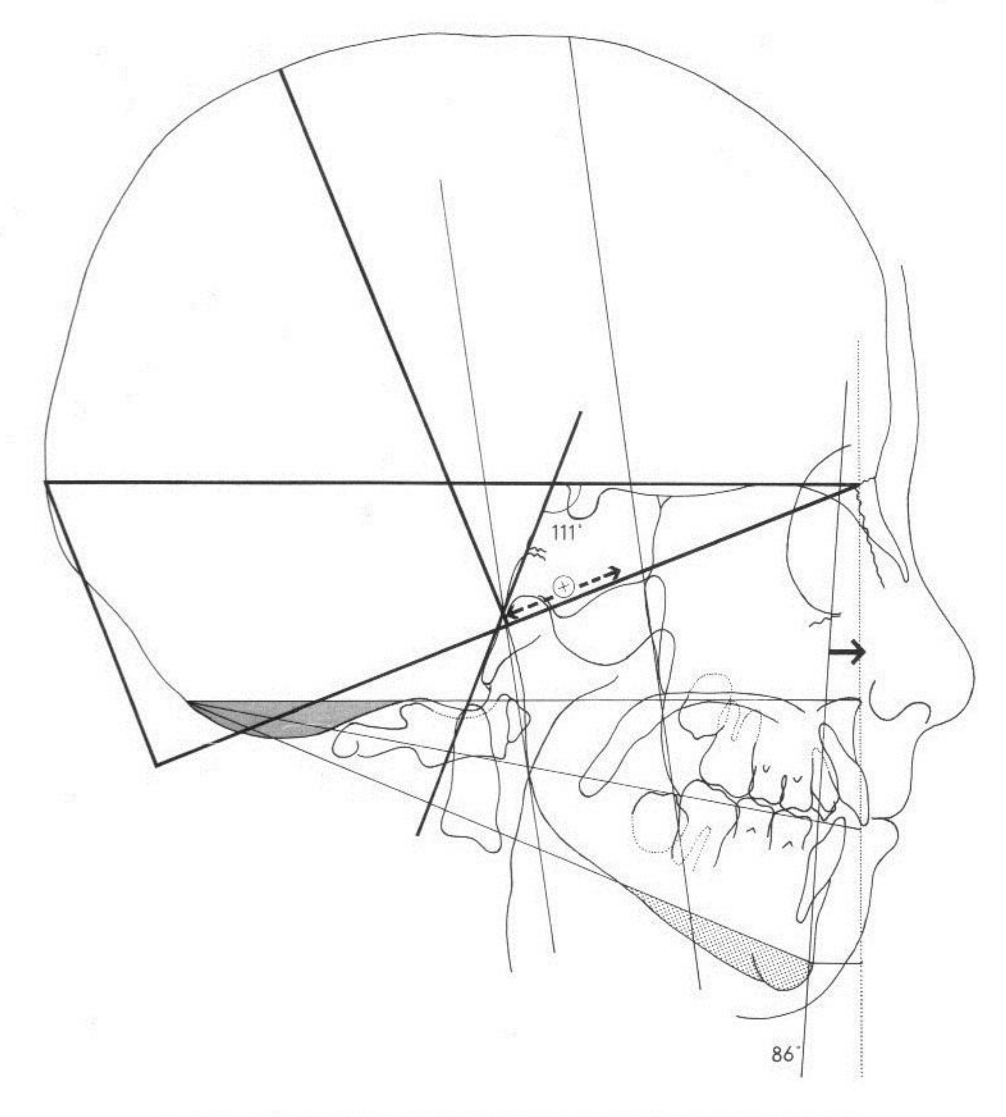


*Fig. 78. – **Observation 3.** Lylian : après 10 mois d'application du masque.*

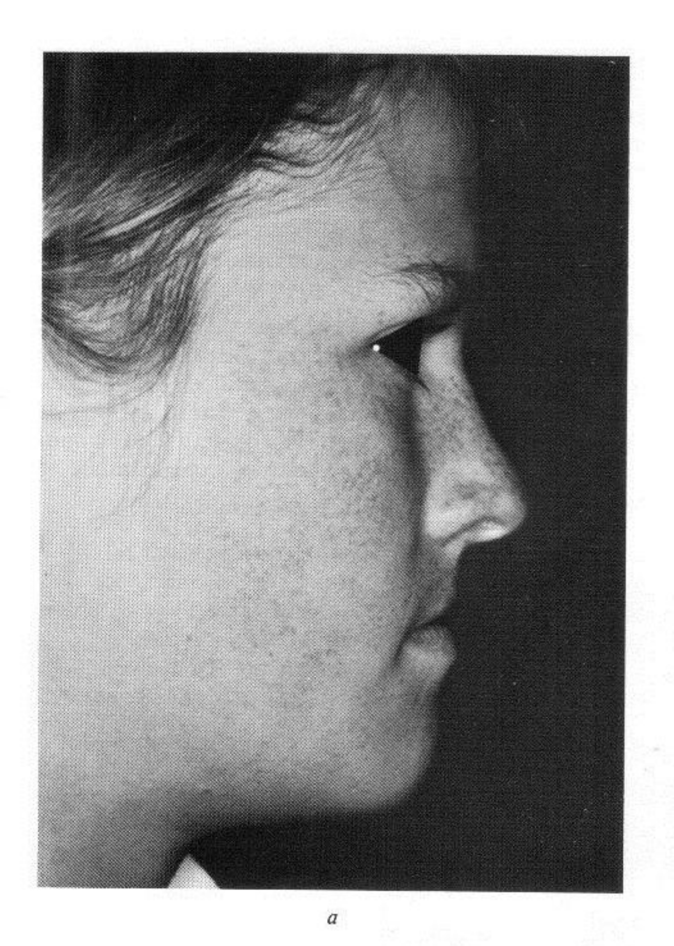
1re téléradiographie à 7 ans 3 mois (présentée p. 44) :
- rétromaxillie avec pilier maxillaire antérieur à 83° ;
- abaissement important de l'écaille occipitale ;
- ouverture de l'angle mandibulaire avec abaissement du menton et excès vertical.

2e téléradiographie après 10 mois d'application de forces orthopédiques :
- avancée maxillaire à 86° ;
- équilibre cranio-palatin meilleur ;
- on observe déjà une ouverture de l'angle sphénoïdal de 4° avec recul de l'ATM ;
- il persiste encore l'excès vertical de l'étage inférieur de la face.

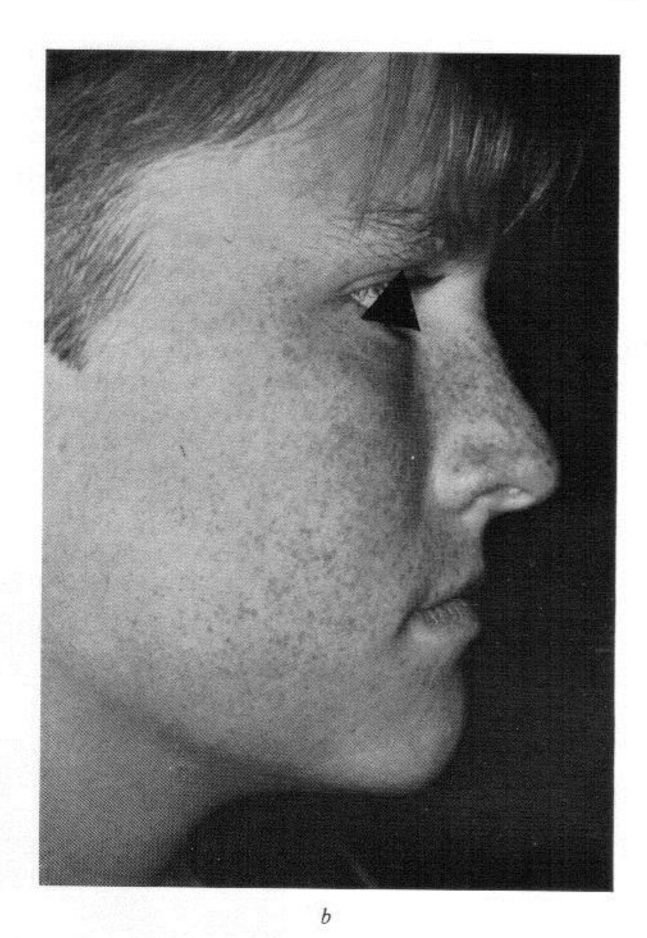
☐ *Observation 14* (Agnès, 13 ans) (fig.79).

La correction de la promandibulie avec articulé incisif inversé a modifié considérablement le profil de cette grande fille de 1,64 m et 48 kg (puberté à 12 ans 1/2).

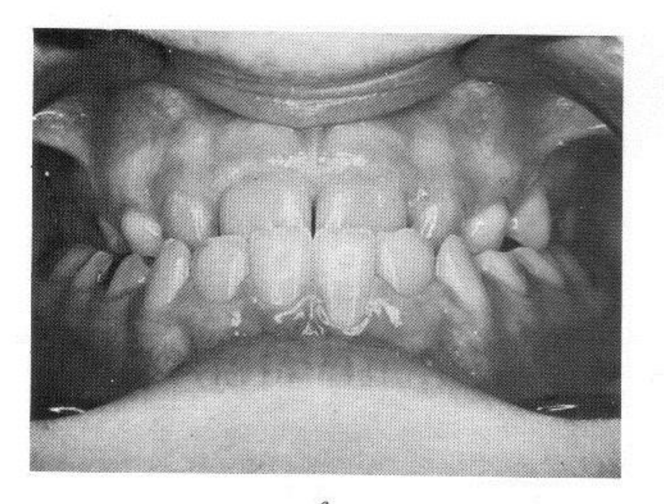
Cette correction a pu être obtenue en 1 an de forces orthopédiques grâce à une excellente conservation du « jeu sutural » et à une mobilité crânienne satisfaisante.



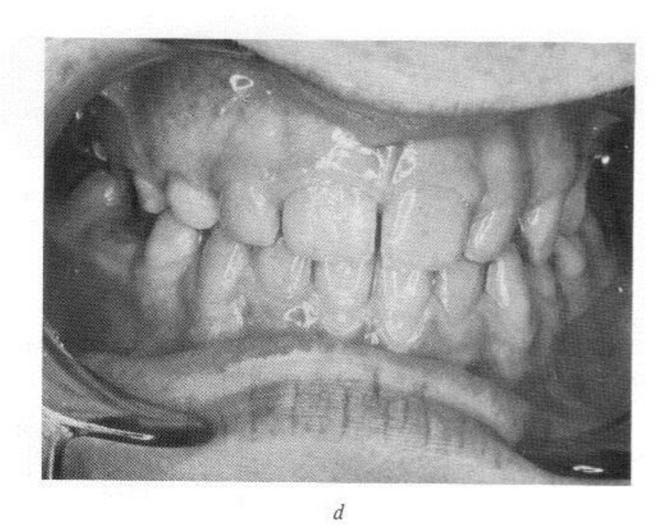
a



b



c



d

Fig. 79. – Agnès, 13 ans : promandibulie avec inversion de l'articulé incisif.

a et c) Avant traitement.
b et d) Après 1 an de tractions sur masque.

Les Classes II

Comment aborder une promaxillie et un retrait mandibulaire

· La prise de conscience de la dynamique de croissance adoptée par les bases osseuses est fondamentale.

Il faut penser corriger le décalage basal, le déséquilibre architectural (tableau en extension, maxillaire en rotation interne, temporaux en retrait, etc.) avant d'envisager toute correction occlusale dentaire.

Si les arcades alvéolo-dentaires servent de point d'ancrage aux forces orthopédiques, nul n'est besoin d'attendre l'éruption de toutes les dents permanentes. La récupération de bonnes fonctions oro-faciales, d'une compétence labiale, d'une fonction incisive et d'une fonction canine, sont les objectifs principaux quel que soit l'âge donné, en denture lactéale, mixte ou permanente.

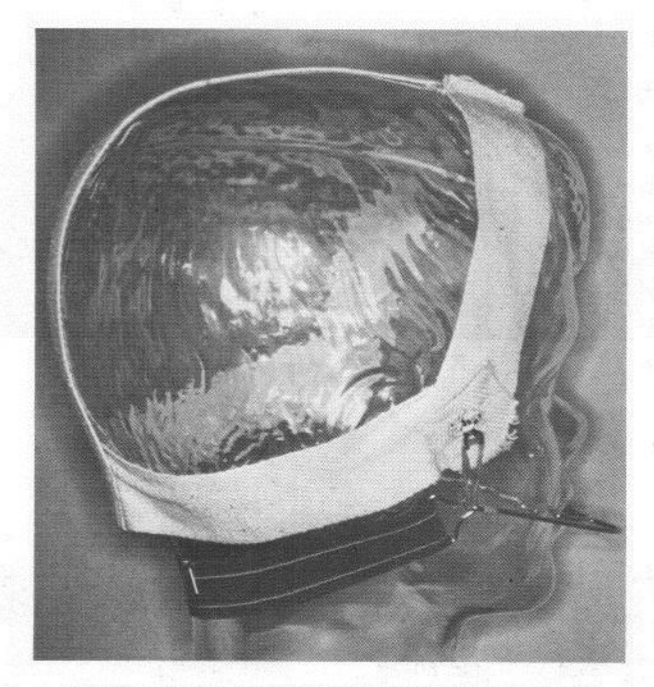


Fig. 80. — Appui péricrânien dans l'utilisation des forces extra-orales antéro-postérieures.

L'application des forces extra-orales (FEO) lourdes antéro-postérieures sur le maxillaire.

Elle ne doit pas aboutir à une distoversion des dents-ancrages. Cela implique donc une parfaite adaptation à la voûte palatine de l'appareil support des forces extra-orales.

La plaque choisie est du type plaque Stephenson. Le réglage des Adams y est très précis.

Bien souvent, et presque toujours, un *verrin* antéro-postérieur est ajouté. En effet la rotation interne des maxillaires induit une endoalvéolie molaire. Il convient donc d'aider la rotation externe maxillaire dès le début (expansion du verrin surtout postérieure).

Il faut ensuite tendre la sangle cervicale jusqu'à ce que l'on voie l'enfant propulser (parfois usage de forces importantes jusqu'à 2 kg).

L'adjonction d'une traction verticale sur appui péricrânien est obligatoire, pour assurer la stabilité de la plaque palatine ; cet appui ne doit pas bloquer le mouvement des écailles des temporaux (la tresse antérieure et verticale du bonnet passe en avant de l'écaille ; la tresse inférieure sous l'oreille) (fig. 80).

Résultats : le maxillaire va transmettre aux apophyses ptérygoïdes une bascule postérieure et latérale, laquelle va induire une rotation horaire du corps du sphénoïde. C'est le 1er temps de la mise en flexion de la synchondrose sphéno-occipitale.

Mise en hyperpropulsion mandibulaire

• Cette action est dérivée du « 4 pièces » de Michel Chateau. Le principe de « reculer » la fente ptérygo-maxillaire par traction du muscle ptérygoïdien externe sur l'aile ptérygoïde est conservé.

En effet, il faut regarder les insertions musculaires du ptérygoïdien externe ou latéral pour comprendre son action quand il se contracte :

a) Le faisceau ptérygoïdien est tendu oblique en haut, arrière, et en dehors, depuis :
– les 3/4 ou 2/3 inférieurs de la face externe de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde ;
– la face externe de l'apophyse pyramidale du palatin ;
– de la partie adjacente à la tubérosité maxillaire.

b) Le faisceau sphénoïdal naît :
– de la partie horizontale de la grande aile du sphénoïde ;
– de la crête sphéno-temporale ;
– de la partie supérieure de la face externe de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde.

La contraction du muscle ptérygoïdien latéral va donc tracter les apophyses ptérygoïdes en dehors, en arrière et mettre le sphénoïde en rotation horaire et la synchondrose sphéno-occipitale en activité de flexion.

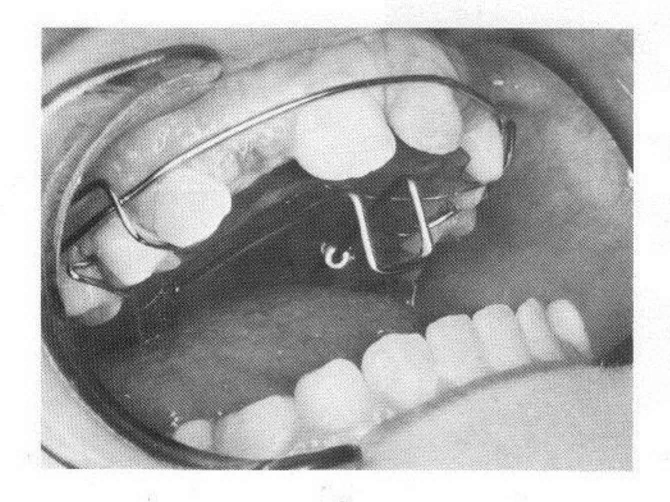
• Lors de l'hyperpropulsion mandibulaire, il y a également stimulation de la rotation externe des temporaux par l'intermédiaire des faisceaux horizontaux du muscle temporal sur l'écaille de l'os temporal.

• Enfin l'avancée de la base de la langue va tracter les muscles du voile du palais et abaisser le palais secondaire. Conjointement l'espace libre réalisé entre molaires supérieures et inférieures va permettre leur égression et corriger l'infraclusion molaire. La libération de la croissance verticale va de pair avec la mise en flexion de la synchondrose sphéno-occipitale, l'avancée des temporaux et l'amélioration de l'équilibre sagittal maxillo-mandibulaire.

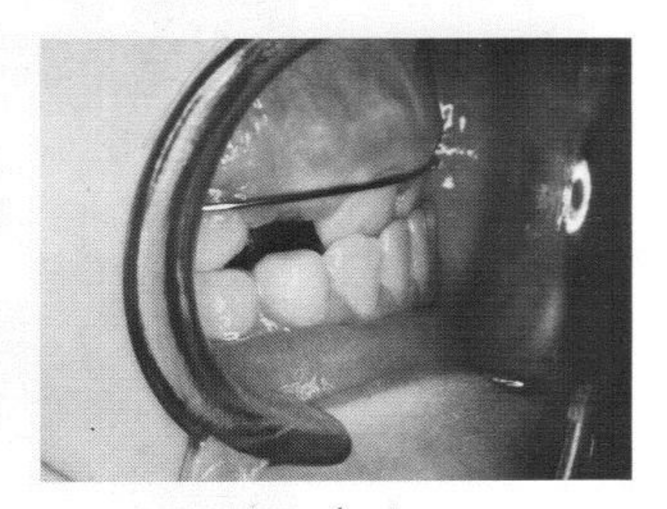
Réalisation pratique du « propulseur » : (fig. 81).

Sur la plaque palatine, on ajoute deux tubes palatins (borgnes en arrière). On y branche les deux jambages du propulseur.

La profondeur du « U » (rétro-incisif supérieur) est tel que :
– il affleure le plancher lingual lors de la mise en bout à bout incisif ou en articulé incisif inversé ;
– il ne doit jamais appuyer sur les incisives inférieures ;
– la déglutition et la phonation se feront arcades serrées.



a



b

Fig. 81. – Mise en hyperpropulsion mandibulaire.
a) Propulseur.
b) Maintien de l'articule incisif inversé sur propulseur.

Applications pratiques

Mise en tension de flexion de la synchondrose sphéno-occipitale par l'application de forces extra-orales lourdes antéro-postérieures sur le maxillaire et/ou mise en hyperpropulsion mandibulaire.

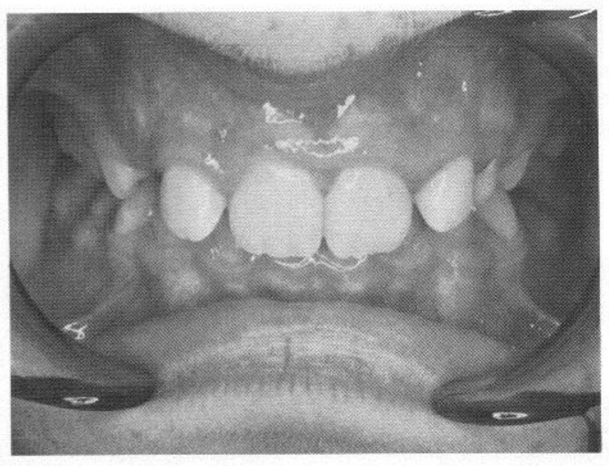
□ *Observation 15* (Thomas, 10 ans), (fig. 82 a et b).

Décalage occlusal sagittal type II_2 avec palatoversion des incisives supérieures, supraclusion incisive et infraclusion molaire.

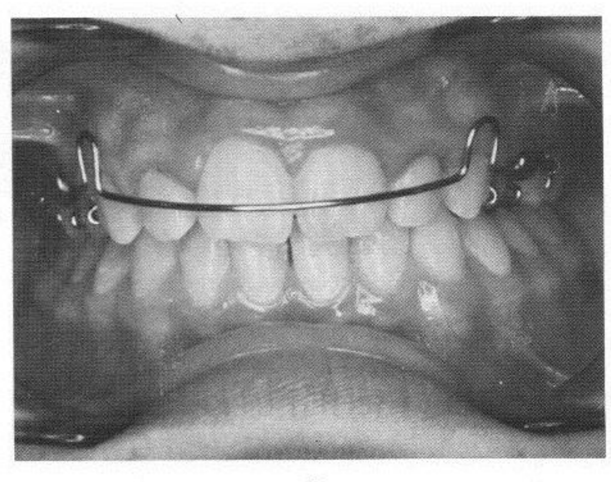
Architecture basale en extension.

Application du traitement fonctionnel pendant 4 mois (après correction rapide de la palatoversion incisive supérieure).

Noter que les forces extra-orales n'ont pas été tendues au maximum (car il n'y avait pas dans ce cas de véritable promaxillie, mais surtout un important retrait mandibulaire), juste pour mettre les temporaux en position de rotation interne. L'enfant a gardé sa propulsion mandibulaire fonctionnelle (en bout à bout incisif tout juste franchi) 24 h sur 24 h.



a

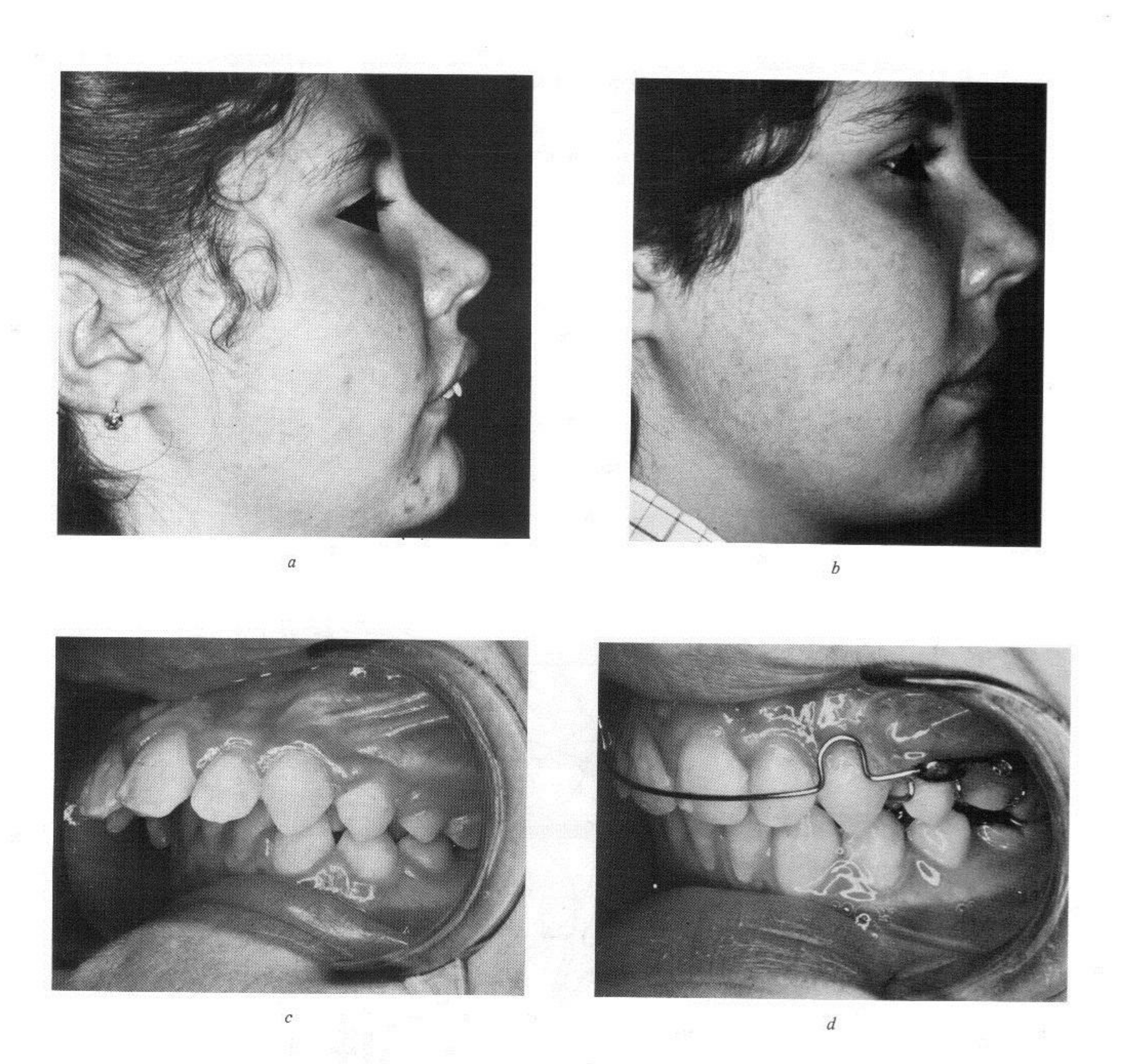


b

Fig. 82. – Thomas, 10 ans.
a) Supraclusion incisive avant traitement.
b) Après 4 mois de thérapeutique fonctionnelle.

☐ *Observation 16* (Valérie, 13 ans, âge osseux 16 ans) (fig. 83).

Cette jeune fille de puberté précoce, et d'âge osseux de 16 ans est adressée pour un « essai » thérapeutique orthopédique, avant de poser l'indication opératoire de correction de la promaxillie. Les résultats ont permis d'éliminer cette dernière hypothèse, compte tenu des modifications occlusales et esthétiques secondaires à 7 mois de traitement, mais il est encore trop tôt pour montrer les modifications squelettiques car il faut encore laisser « agir » la morphogenèse un certain temps.



a *b*

c *d*

Fig. 83. – Valérie, 13 ans, âge osseux 16 ans.

a) Promaxillie constitutionnelle et déséquilibre facial avant traitement.

b) Modification esthétique après traitement fonctionnel de 7 mois.

c) Occlusion de départ.

d) Après 7 mois de traitement.

□ *Observation 17* (Gérald, 11 ans) (fig. 84 et 85).

Cet enfant consulte à 11 ans.

Il a beaucoup sucé son pouce. La dysmorphose relève d'une petite promaxillie et surtout proalvéolie incisive supérieure d'une part, et d'autre part d'un important retrait mandibulaire (avec implantation très postérieure des ATM sur C1 et base en extension).

Malgré l'importante bascule fonctionnelle antérieure du ramus (de 14°), le décalage sagittal type Classe II est important (compte tenu de la linguoversion incisive inférieure secondaire à l'interposition du pouce) ; la croissance verticale est diminuée. Ici toutes les dysfonctions oro-faciales sont maximales, en particulier l'interposition de la lèvre inférieure derrière les incisives supérieures (avec haut risque de fracture de ces dernières, exposées à un traumatisme).

L'objectif premier est de récupérer une compétence labiale spontanée au repos. Mais cela n'est possible qu'au prix d'une avancée mandibulaire considérable, et compte tenu de l'âge de l'enfant et déjà de la bascule fonctionnelle du ramus, le pronostic n'est pas favorable.

Quoi qu'il en soit, un *« essai thérapeutique fonctionnel » de 6 mois* est tenté (toujours systématiquement en pareil cas) : forces extra-orales lourdes antéro-postérieures sur le maxillaire, et hyperpropulsion mandibulaire continue.

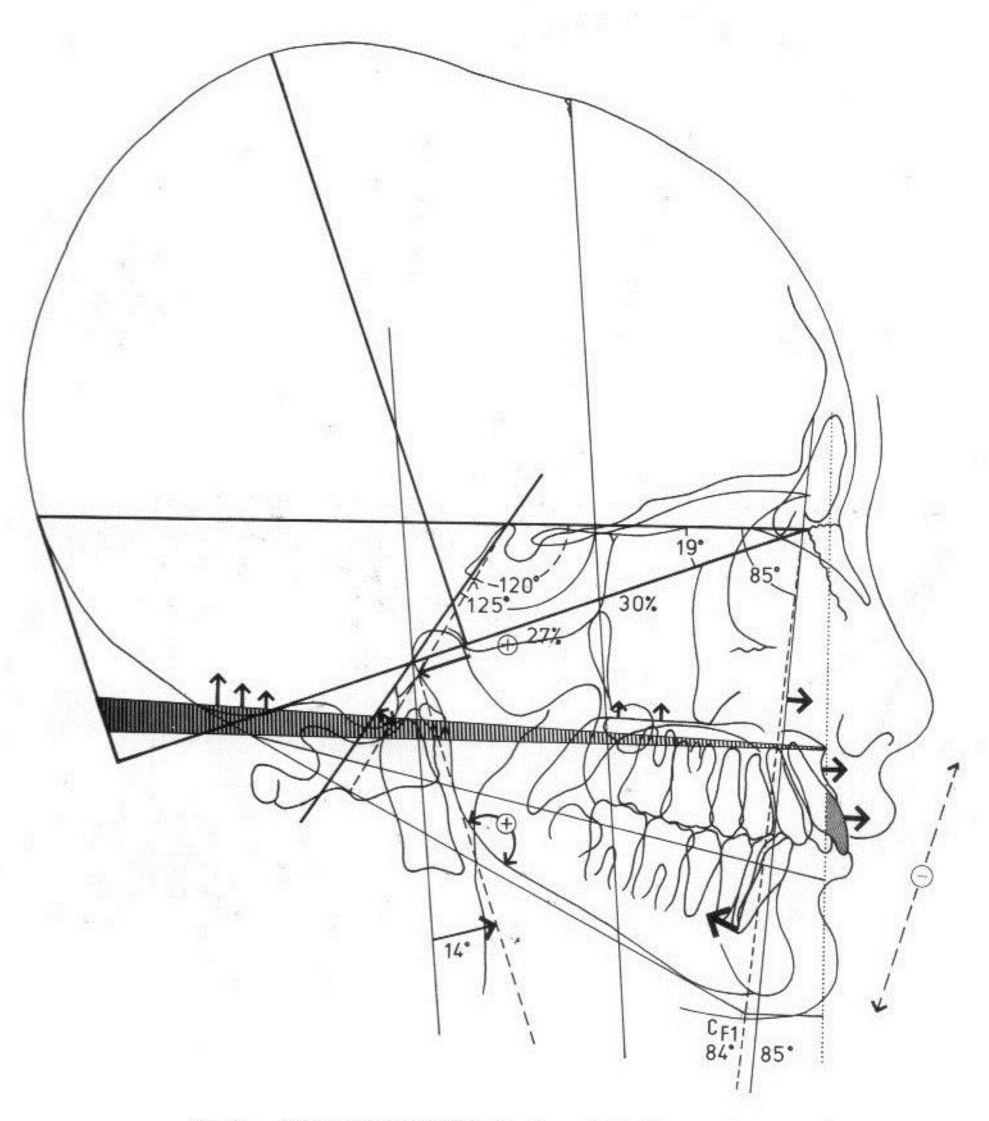


*Fig. 84. – **Observation 16** (Gérald, 11 ans). Architecture basale en extension et prédisposition au retrait mandibulaire.*

Après 1 an de traitement, la téléradiographie de contrôle objective :

— non pas tant une poussée de croissance mandibulaire qu'une organisation spatiale différente de tout le squelette cranio-facial ;

— une mise en flexion de la synchondrose sphéno-occipitale avec début de fermeture de l'angle sphénoïdal, et ouverture de l'angle antérieur de la base ;

— une libération de la croissance verticale avec allongement de l'étage inférieur de la face ;

— un équilibre maxillo-mandibulaire sans recul du maxillaire, ni propulsion mandibulaire fonctionnelle (pilier à 86° et ramus à 11° de bascule).

Conclusion

Cette thérapeutique orthopédique fonctionnelle a changé l'équilibre biodynamique et modifié les bases osseuses et donc les points d'attache de la musculature oro-faciale : la morphogenèse peut s'organiser secondairement.

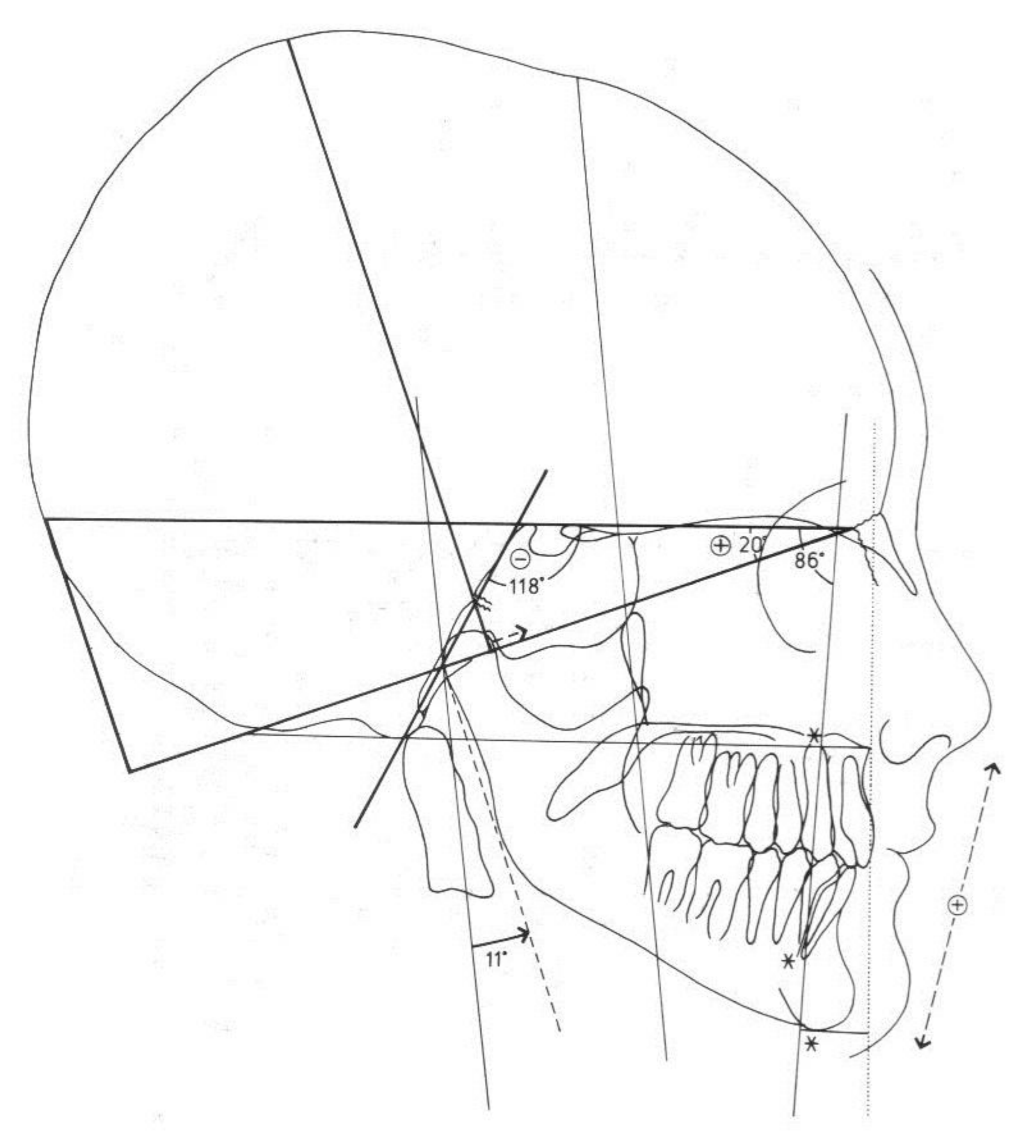


Fig. 85. – ***Observation 16*** *(Gérald, 12 ans).*
Noter la réorganisation basale et faciale.

□ *Observation 18* (Sandrine, 11 ans) (fig. 86 et 87).

Cette observation est volontairement choisie :

• Pour montrer qu'il est impossible de donner des « normes » d'angulation pour classer et délimiter les frontières de l'extension ou de la flexion : il faut leur adjoindre des critères cliniques.

Ici l'angle sphénoïdal est à 107° et l'angle antérieur de la base à 23°. A priori on pourrait penser à un tableau de flexion. En fait il ne se comporte pas comme tel. Il s'agit d'une promaxillie considérable avec retrait mandibulaire. Les forces extra-orales lourdes antéro-postérieures sur le maxillaire sont appliquées pendant 10 mois.

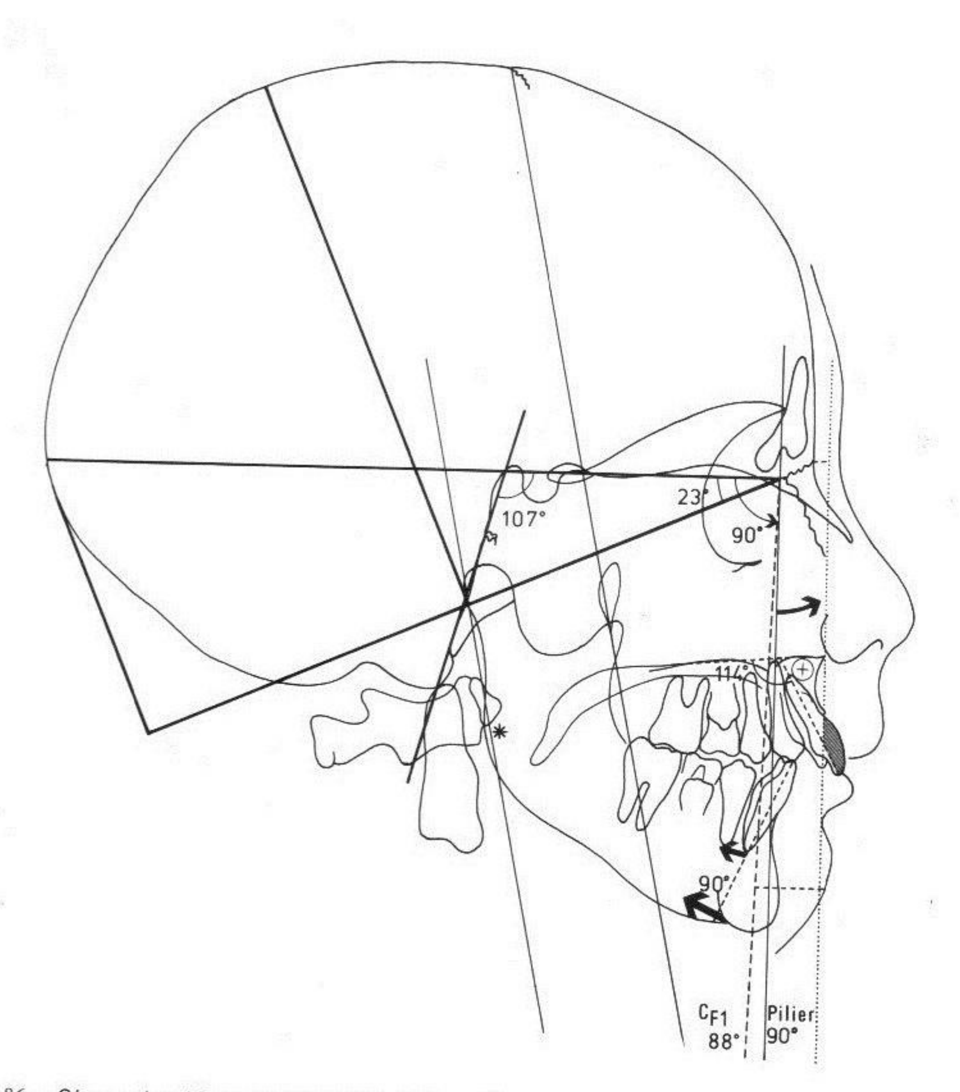


Fig. 86. – Observation 18 (Sandrine, 11 ans). Cette architecture se comporte comme un tableau en extension malgré les valeurs des angles de la base.

• Enfin pour montrer que ces forces mettent toujours la synchondrose sphéno-occipitale en activité de flexion : l'angle sphénoïdal se ferme davantage à 105°, l'angle antérieur de la base s'ouvre à 25°. L'équilibre final de cette jeune fille sera plus tard très certainement transfrontal.

Noter encore que l'équilibre maxillo-mandibulaire est réalisé sans bascule fonctionnelle antérieure du ramus.

Dans ce cas la mise en hyperpropulsion mandibulaire n'a pas été simultanée car on n'attendait pas une augmentation de la croissance verticale (déjà bonne).

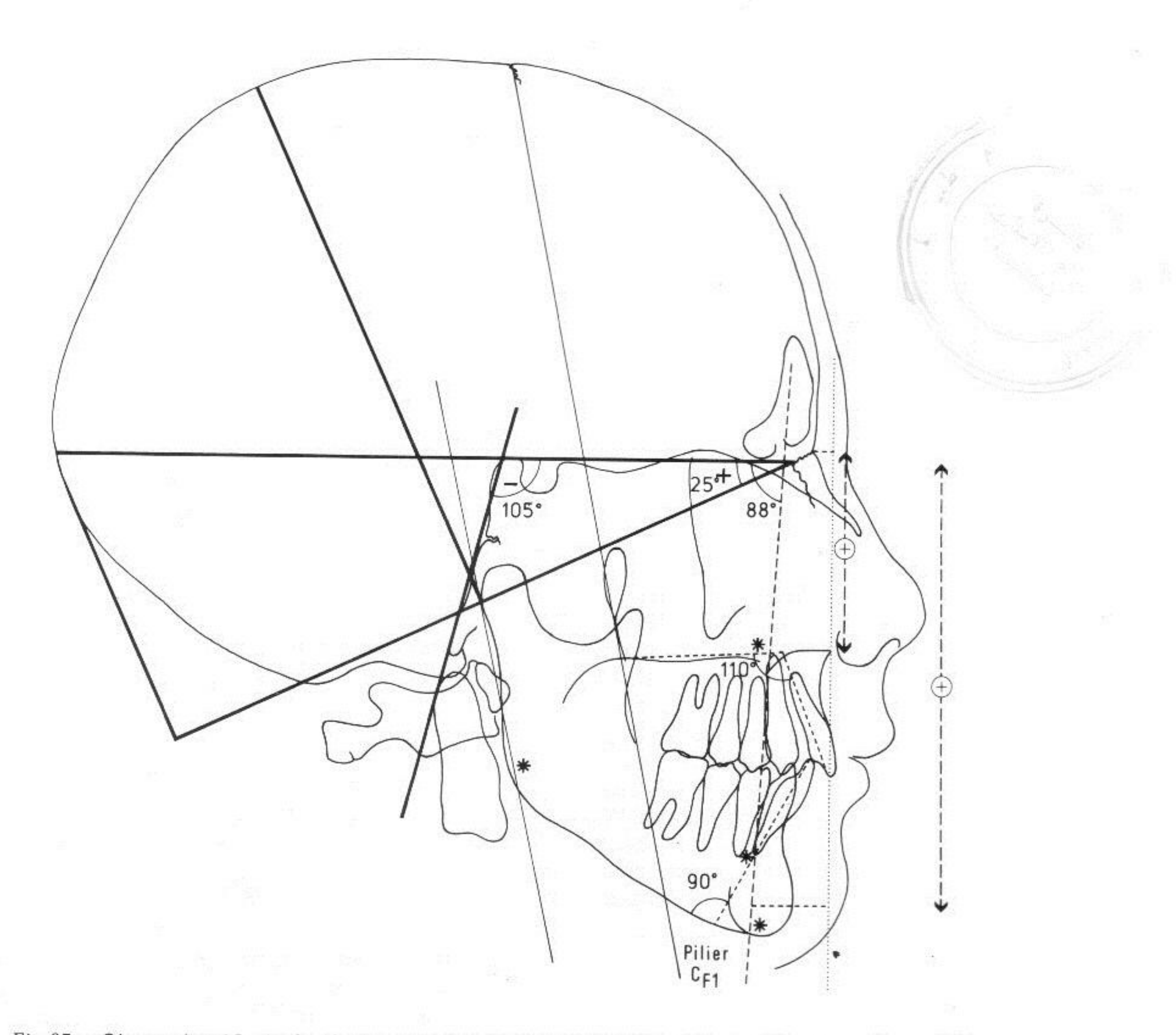


*Fig. 87. – **Observation 18.** Après 10 mois de forces extra-orales lourdes antéro-postérieures sur le maxillaire.*

CONCLUSION

Cet ouvrage est né de la rencontre opportune entre la biomécanique crânienne et l'orthopédie dento-maxillo-faciale. La prématurité des interprétations données à certains phénomènes est certaine.

Les points de discussion soulevés n'ont d'autre ambition que d'aider l'orthodontiste à s'extraire des formules dentaires pour mieux comprendre les dysmorphoses qu'il doit traiter.

Les débouchés diagnostiques et thérapeutiques qu'offre la biodynamique cranio-faciale à l'orthodontie ne sont ici qu'ébauchés, mais l'intérêt que peuvent leur porter les orthodontistes est inévitable.

L'amélioration des techniques orthodontiques multibaguistes ou fonctionnelles ne doit pas conduire à une sophistication des gestes et matériaux, sans prendre en considération les lois fondamentales de la croissance cranio-faciale. L'étudiant doit en comprendre les grands principes avant de s'engager dans la pratique. Il doit associer les facteurs de croissance aux notions d'équilibre. L'équilibre maxillo-mandibulaire passe avant tout par l'équilibre entre d'une part l'occipital et le temporal (équilibre cervico-occipito-temporo-mandibulaire), et d'autre part l'équilibre sphénoïdo-ethmoïdo-fronto-maxillaire. La mise en valeur de cet équilibre impose l'usage des téléradiographies globales de l'extrémité céphalique, et des analyses céphalométriques appropriées. Ainsi l'analyse architecturale et structurale de Jean Delaire est-elle d'une extraordinaire maniabilité pour l'orthodontiste.

En somme :

1. Il existe donc une **biodynamique cranio-faciale** liée tout d'abord à un certain déterminisme de flexion ou coudure de la base du crâne : *phénomène évolutif de flexion de la base auquel va s'adapter* le puzzle crânien et facial de telle sorte que le mouvement des pièces osseuses crâniennes et faciales induira une anatomie suturale particulière : la mise en tension des membranes dure-mériennes, conjointement avec l'organisation spatiale des pièces squelettiques auxquelles elles adhèrent, appellera nécessairement la physiologie suturale à « travailler » dans leur sens pour édifier un ensemble architectural cranio-facial équilibré.

Ainsi les membranes de tension réciproque vont-elles réaliser une matrice fonctionnelle, orienter les mouvements des os selon des axes, et déterminer leur type d'engrènement sutural (en biseau, digitation simple, etc.).

Les influences mécaniques de cet équilibre tensionnel sur la synchondrose sphéno-occipitale vont diriger cette dernière, soit vers un tableau architectural optimal d'équilibre facial et basal (dentaire et squelettique type Classe I), soit vers un tableau insuffisamment fléchi (dit en « extension », ou d'équilibre dentaire et squelettique type Classe II), soit vers un tableau fléchi à l'excès (dit en « flexion », ou d'équilibre dentaire et squelettique type Classe III).

Conséquences pour l'orthodontiste : la rééquilibration « basale » de tels tableaux passe nécessairement par l'application à court, moyen et long terme des forces orthopédiques dites « lourdes » (forces extra-orales antéro-postérieures ou postéro-antérieures). Celles-ci vont contrôler l'équilibre tensionnel membranaire suffisamment longtemps pour que le métabolisme osseux ou la morphogenèse « consolide » les mobiles osseux pour leur nouvelle position. Bien évidemment, plus tôt seront appliquées ces forces dans la petite enfance, plus vite le nouvel équilibre sera obtenu (d'où l'importance du dépistage précoce des légers signes architecturaux marqueurs de la « direction » générale de croissance).

Enfin, tant que la mobilité suturale interosseuse existe, il est permis d'entreprendre un « essai thérapeutique fonctionnel », même si la puberté est dépassée et la croissance à priori terminée. Ces traitements orthopédiques sont longs et il faut garder, sous peine de récidive, une période de « contention » dentaire et orthopédique.

2. La **biomécanique cranio-faciale** s'établit comme suit : il existe une mobilité intrinsèque à chaque pièce squelettique de la voûte, de la base et de la face, par l'intermédiaire d'une physiologie spécialisée des sutures crâniennes et faciales, grâce à laquelle l'ensemble du puzzle cranio-facial adopte une répartition spatiale équilibrée.

Les observations cliniques confirment cette hypothèse devant les résultats obtenus après application des forces orthopédiques basales : ainsi observe-t-on chez certains patients en quelques semaines des repositionnements maxillo-mandibulaires spectaculaires. L'armature maxillaire ou mandibulaire n'est pas modifiée (le métabolisme osseux n'a pas eu le temps d'agir), mais le mobile maxillaire ou mandibulaire est transposé ; de fait l'arrêt prématuré des forces orthopédiques entraîne très rapidement la récidive ou le retour à l'équilibre architectural de départ (je signale à ce sujet que les forces orthopédiques utilisées

— masque ou forces extra-orales sur appui crânien — ne mettent pas en jeu directement la musculature oro-faciale et que cette dernière n'intervient pas dans la première mise en place des bases osseuses).

Ainsi, le concept de mobilité crânienne admis, peut-on poser l'hypothèse d'une lésion suturale primaire déterminante dans l'apparition d'une dysharmonie ou d'une dysmorphose maxillo-mandibulaire.

Le diagnostic de la lésion suturale primaire resterait pour l'orthodontiste l'épreuve diagnostique la plus délicate, où la mise en œuvre de son esprit de synthèse (pour relier les cascades de déformations secondaires) s'affronterait au dépistage clinique d'une barrière restrictive suturale. Dans cette hypothèse, la pratique de « tests de mobilité » relèverait de techniques manipulatives pures.

3. La croissance cranio-faciale repose sur l'harmonie du couple « *forme-fonction* ».

Elle évolue vers une architecture harmonieuse, ce d'autant qu'il existe un équilibre optimal entre :

— le phénomène évolutif général de flexion de la base du crâne, dirigé par des forces tensionnelles dure-mériennes, mettant en cause une *biodynamique* cranio-faciale ;

— les possibilités physiologiques et la qualité *biomécanique* des sutures crâniennes et faciales à s'adapter aux forces directrices de croissance.

Tout phénomène lésionnel tensionnel, toute lésion fonctionnelle suturale aboutissent à un déséquilibre et à une inadaptation des phénomènes de croissance. L'étendue des perturbations et la gravité de la dysmorphose sont fonction de l'arrêt ou de l'entretien du déséquilibre tensionnel, et des possibilités de rattrapage des autres joints suturaux.

— Les fonctions musculaires et oro-faciales : elles travaillent dans le même sens que les supports anatomiques et entretiennent en retour la morphogenèse.

Cette nouvelle approche dynamique de la croissance débouche vers une vision globale du squelette crânien et de ses fonctions.

Si l'exclusivité de mon exercice se limite en apparence à la correction de désordres occlusaux, il fait appel néanmoins à une grande *orthopédie crânienne.*

BIBLIOGRAPHIE

ALTIERI (M.). – *Biomécanique et pathologie crâniennes en étiopathie.* Éditions Etiosciences SA, Genève, 1984.

BJÖRK (A.). – Some biological aspects of prognathism and occlusion of the teeth. *Acta. Odont. Scandinavica,* 1950, 9, 1.

BJÖRK (A.). – Prediction of mandibular growth rotation. *Am. J. Orthod,* 1969, *55*, 585-599.

BRODIE (A.G.). – Late growth changes in the human face. *Angle Orthodontist,* 1953, 23, 3.

BROOKES (D.). – *Lectures on cranial osteopathy.* Thorsons Publishers Limited, 1981.

CHATEAU (M.). – *Orthopédie dento-faciale.* Clinique (diagnostic et traitement). Julien Prélat - Paris, 5e édition, 1975.

CHATEAU (M.), PETIT (H.), ROCHE (M.), CRAIG (W.). – Functionnal orthopedies : The « four pieces » and Class II treatment. *Am. J. Orthod.,* Sept. 1983, vol. 84, 3.

COPPENS (Y.). – Le singe, l'Afrique et l'Homme, Ed. Fayard, 1983.

COULY (G.). – Anatomie descriptive du massif facial « fixe ». *Encycl. Méd. Chir.,* Paris, Stomatologie, 1984, 4.3.06, 22001 B-05.

DELAIRE (J.). – L'analyse architecturale et structurale cranio-faciale (de profil). Principes théoriques - quelques exemples d'emploi en chirurgie maxillo-faciale. *Rev. Stomat.,* 1978, *79*, 1-33.

DELAIRE (J.). – Essai d'interprétation des principaux mécanismes liant la statique à la morphogenèse céphalique. *Actua. Odonto. Stom.,* 1980, 130.

DELAIRE (J.), VERDON (P.), SALAGNAC (J.-M.), FELPETTO (Y.), ZAYAT (S.). – Bases physiologiques de l'équilibre du maxillaire supérieur. Incidences en ce qui concerne le mode d'action des forces lourdes extra-orales. *Actua. Odont. Stom.,* 1979, 128.

DELAIRE (J.). – L'articulation fronto-maxillaire. Bases théoriques et principes généraux d'application des forces extra-orales postéro-antérieures sur masque orthopédique. *Rev. Stom.,* 1976, *77*, 7, 921-930.

DELAIRE (J.), SCHENDEL (S.), et TULASNE (J.F.). – An architectural and structural cranio-facial analysis : a new lateral cephalometric analysis, *Oral Surg.,* 1981, *52*, 226-238.

DROEL (R.), ISAACSON (R.). – Some relationship between glenoïd fossa position and various skeletal discrepancies, AJO, 1972, vol. *61*, 1, 64-78.

ENLOW (D.H.). – *Handbook of facial growth.* 2e ed., W.B. Saunders Company, 1982.

FENART (R.). – L'hominisation du crâne. *Bull de l'Acad. Dent.,* 1970, 14, 33-43.

GEHIN (A.), LINGLIN (D.). – *Techniques manipulatives des os du crâne et de la face.* Maisonneuve, 1981.

LANGLADE (M.). – *Diagnostic orthodontique.* Maloine S.A., 1981.

LANGLADE (M.). – Grands excès verticaux antérieurs. *Revue d'ODF,* 1984, vol *18*, 11.

LEBOURG (L.). – Nature, évolution et rôle des articulations de la face ; leur importance physiopathologique. *Rev. de Stomatol.,* 1932, t. XXXIV, 4.

LLORENS (Ch.). – Le concept ostéopathique : son intérêt en odontologie. *L'information dentaire,* 1982, 37.

MAGOUN (H.I.). – *Osteopathy in the cranial field.* Ed. 3, Journal Printing Co., Kirskville, M.O., 1976.

MAGOUN (H.I.). – Dental equilibration and osteopathy. *J. AOA,* 1975, vol. *74*.

MELSEN (B.). – The cranial base ; the postnatal development of the cranial base studied histologically on human autopsy material, *Acta. Odontol. Scand.,* 1974, 32, supp. 62.

MOSS (M.L.). – Experimental alteration of basi synchondrosal cartilage growth in rat and mouse ; in symposium on development of the basi cranium (US Government Printing Office, Washington), 1976.

MULLER (L.). – *Céphalométrie et orthodontie.* S.N.P.M.D. Éditeur, Paris, 1983.

PRITCHARD (J.J.), SCOTT (J.H.) et GIRGIS (F.G.). – The structure and development of cranial and facial sutures. *J. Anat.,* 1956, *90*, 73-86.

RETZLAFF (E.W.), MICHAEL (D.K.), ROPPEL (R.) et MITCHELL (F.). – The structures of cranial bone sutures. JAOA, 1975, *75*, 607-8.

RICKETTS (R.M.). – A four step method to distinguish orthodontic changes from natural growth. J. Clin. Ortho., 1975, vol. *9*, 4.

SCHENDEL (S.A.), EISENFELD (J.), BELL (W.H.), EPKER (B.N.), MIHELEVICH (D.J.). – The long face syndrom vertical maxillary excess. *Am. J. Orthod.,* 1976, 70, 398-408.

SMITH (D.W.), TÖNDURY (G.M.D.). – Origin the calvaria and its sutures. *Am. J. Dis. Child.,* 1978, vol. *132*, 662-666.

SUTHERLAND (W.G.). – *The cranial bowl.* Mankato, Free Press Co, 1939.

UPLEDGER (J.E.), VREDEVOOGD (J.D.). – *Thérapie cranio-sacrée,* Ed. IPCO, Paris, 1983.

INDEX